



TESIS - SS14 2501

ESTIMASI PARAMETER MODEL LINIER HIERARKI DENGAN PENDEKATAN *GENERALIZED LEAST SQUARE*

(Studi Kasus : Lingkar Perut pada Data Riskesdas dan Susenas
Tahun 2013)

MASNATUL LAILI
NRP. 1314 201 038

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si
Dr. Vita Ratnasari, M.Si

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - SS14 2501

THE ESTIMATION OF HIERARCHICAL LINIER MODEL PARAMETER USING GENERALIZED LEAST SQUARE APPROACH

(Case Study : Abdominal Circumference on Riskesdas and
Susenas Data Year 2013)

MASNATUL LAILI
NRP. 1314 201 038

SUPERVISOR :
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si
Dr. Vita Ratnasari, M.Si

PROGRAM OF MAGISTER
DEPARTEMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

**ESTIMASI PARAMETER MODEL LINIER HIERARKI
DENGAN PENDEKATAN *GENERALIZED LEAST SQUARE***
(Studi Kasus : Lingkar Perut pada Data Riskesdas dan Susenas Tahun 2013)

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si)
Di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

MASNATUL LAILI
NRP. 1314 201 038

Tanggal Ujian : 22 Januari 2016
Periode Wisuda : Maret 2016

Disetujui Oleh :

1. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si
NIP: 19681124 199412 1 001

(Pembimbing I)

2. Dr. Vita Ratnasari, M.Si
NIP: 119700910 199702 2 001

(Pembimbing II)

3. Dr. I Nyoman Latra, MS
NIP: 19511130 197901 1 001

(Penguji)

4. Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP: 19620408 198701 1 001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D
NIP 19601202 198701 1 001



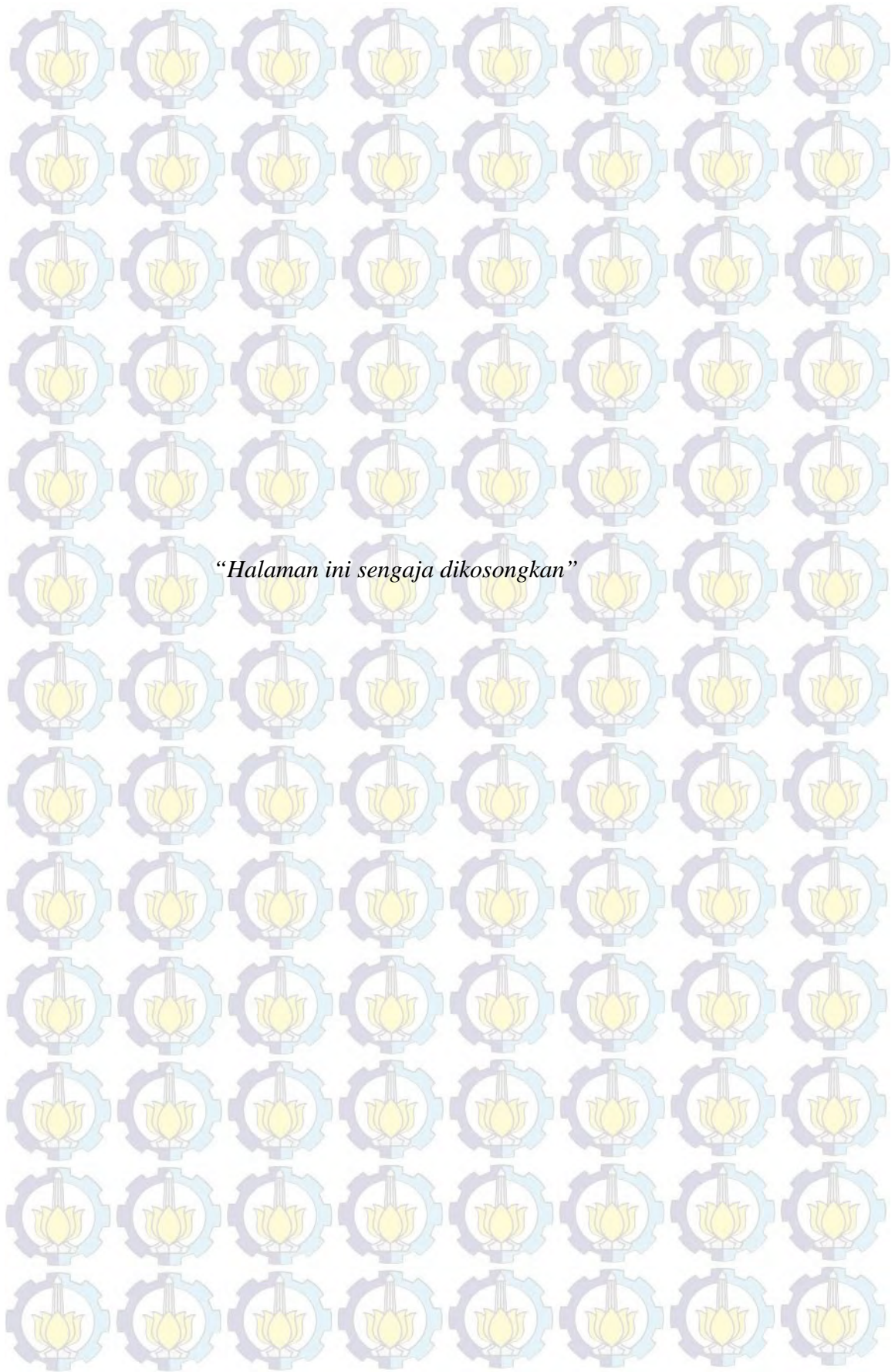
ESTIMASI PARAMETER MODEL LINIER HIERARKI DENGAN PENDEKATAN *GENERALIZED LEAST SQUARE* (Studi Kasus: Lingkar Perut pada Data Riskedas dan Susenas Tahun 2013)

Nama mahasiswa : Masnatul Laili
NRP : 1314 201 038
Pembimbing : Dr. Bambang Wijanarko Otok, M.Si.
Co.Pembimbing : Dr. Vita Ratnasari, M.Si.

ABSTRAK

Hierarchical Linear Models (HLM) adalah salah satu analisis statistika *multilevel* yang merupakan pengembangan dari analisis regresi linier pada data tunggal, dimana data berstruktur hirarki atau data berjenjang. Variabel dependen diukur pada *level-1* atau di tingkat terendah saja, sedangkan variabel independen diukur pada *level-1* dan *level* yang lebih tinggi. Penelitian ini menggunakan data Riskedas dan Susenas tahun 2013 di wilayah Provinsi Jawa Timur. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 54.101 individu di seluruh 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Data tersebut berkaitan mengenai obesitas yang merupakan kondisi ketidaknormalan atau kelebihan akumulasi lemak pada jaringan adiposa. Aktivitas fisik berpengaruh pada obesitas sentral khususnya lingkar perut. Konsumsi buah (X_1), konsumsi sayuran (X_2) dan pengeluaran pembelian sayuran (Z_1) dan buah (Z_2) juga diduga berpengaruh pada lingkar perut (Y). Untuk meningkatkan status kesehatan masyarakat, perlu dikaji dengan mendalam faktor yang mempengaruhi lingkar perut, sebagai salah satu indikator obesitas sentral. Analisis pada penelitian ini menggunakan *Hierarchical Linear Models* untuk mempelajari faktor yang berpengaruh pada obesitas dengan pendekatan estimasi *Generalized Least Square* (GLS). Hasil untuk estimasi parameter HLM level 1 adalah $\hat{\beta} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}y$. Sedangkan untuk level 2 diperoleh $\hat{\gamma} = (Z'V^{-1}Z)^{-1}Z'V^{-1}y_{kj}$. Hasil penerapan studi kasus dengan pendekatan GLS pada pemodelan linier hierarki untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lingkar perut adalah untuk level 1 (individu) diperoleh hasil tiap masing-masing kabupaten/kota mempunyai variabel signifikan yang berbeda-beda dan terbentuk sebanyak 4 kelompok untuk mempermudah interpretasi. Kelompok satu hanya variabel usia (X_1) yang signifikan, kelompok kedua variabel usia (X_1) dan konsumsi sayur (X_3) signifikan, kelompok ketiga variabel usia (X_1) dan konsumsi buah (X_2) signifikan dan kelompok terakhir semua variabel (X_1 , X_2 dan X_3) signifikan mempengaruhi lingkar Perut (Y). Sedangkan untuk level 2, variabel yang signifikan mempengaruhi lingkar perut adalah variabel usia, dimana variabel usia tersebut dipengaruhi oleh pengeluaran pembelian sayuran (Z_1) dan buah-buahan (Z_2).

Kata Kunci : *Hierarchical Linear Models*, *Multilevel*, *Generalized Least Square*, Lingkar Perut



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

THE ESTIMATION OF HIERARCHICAL LINIER MODEL PARAMETER USING GENERALIZED LEAST SQUARE APPROACH

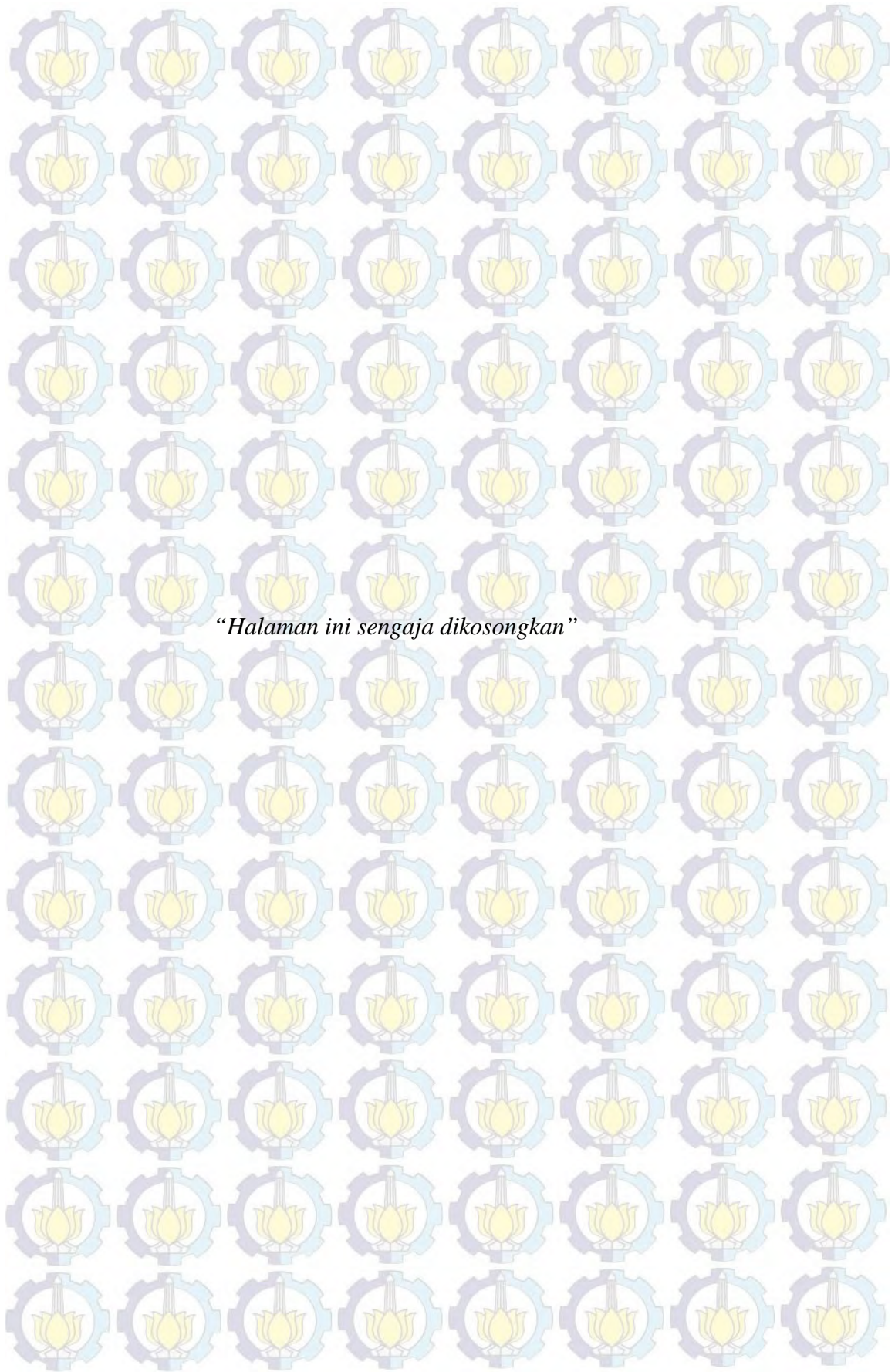
(Case Study : Abdominal Circumference on Riskesdas and
Susenas Data Year 2013)

Name : Masnatul Laili
NRP : 1314 201 038
Supervisor : Dr. Bambang Wijanarko Otok, M.Si.
Co.Supervisor : Dr. Vita Ratnasari, M.Si.

ABSTRACT

Hierarchical Linear Models (HLM) is one of *multilevel* statistics analysis which is the development of linier regression analysis on singular data, where the data are hierarchy structured or tiered. The dependent variable is measured on *level-1* or on the lowest level only, while independent variable is measured on *level-1* and on the higher *level*. This research used data from Riskesdas and Susenas on 2013 in the East Java Province. The amount of the sample used were 54.101 individual on 38 districts/cities in East Java. Those data were connected with the obesity which is an abnormal condition or an excessive accumulation of fats on the adipose tissue. The physical activity influences the central obesity especially on the abdominal circumference. The fruit consumption (X_1), vegetable consumption (X_2) and the expenditure of vegetable (Z_1) and fruit (Z_2) purchases are also predicted influences the abdominal circumference (Y) itself. In order to increase the status of people's health, a study of factors that influence the abdominal circumference is needed, also as one of the central obesity indicator. The analysis on this research used *Hierarchical Linear Models* to study those factors using the *Generalized Least Square* (GLS) estimation approach. The result of the parameter estimation HLM level 1 was $\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y}$, while for level 2 was $\hat{\beta} = (\mathbf{Z}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y}_{kj}$. The result of the application of the case study using the GLS approach on hierarchical linier model to discover the factors above, for level 1 (individual), the result was each district/city has different significant variable and were formed as many as 4 groups to ease the interpretation. The Group 1 had only the age variable (X_1) which was significant, Group 2 had the age (X_1) and the vegetable (X_3) variable which were significant, Group 3 had the significant age (X_1) and fruit consumption (X_2), and the last Group had the whole significant variable (X_1 , X_2 dan X_3) that influenced the abdominal circumference (Y). While on level 2, the significant variable that influenced the abdominal circumference itself were the age, where that variable was influenced by the expenses of the vegetable (Z_1) and fruit (Z_2) purchases.

Keywords: Hierarchical Linear Models, Multilevel, Generalized Least Square, Obesity

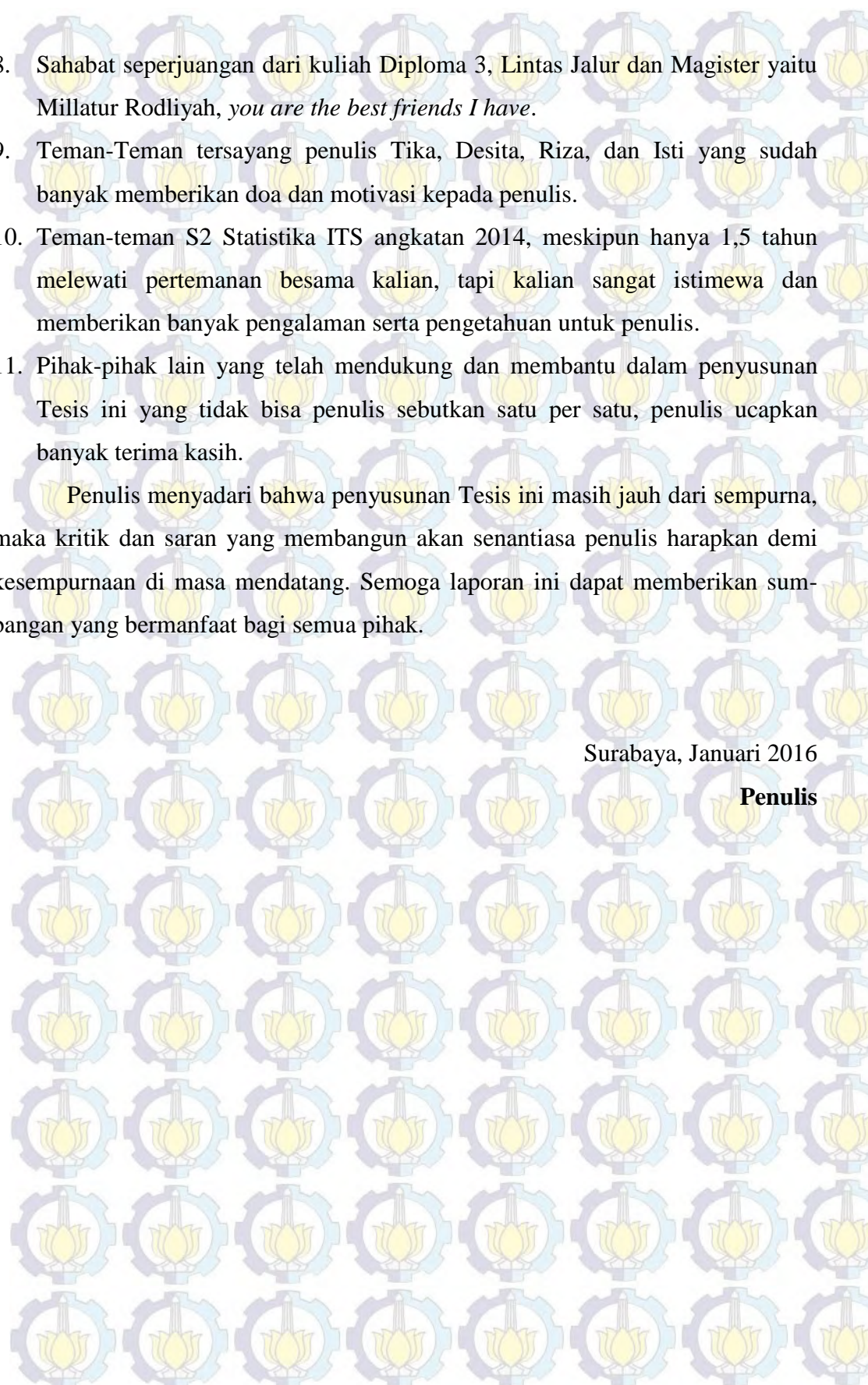


KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, serta sholawat kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “**Estimasi Parameter Model Linier Hierarki dengan Pendekatan *Generalized Least Square***” dengan baik.

Penulisan Tesis ini adalah salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam memperoleh gelar Magister Sains sesuai dengan kurikulum Jurusan Statistika FMIPA-ITS Surabaya. Dalam penyelesaian Tesis ini penulis tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pasca Sarjana Statistika-FMIPA ITS Surabaya.
2. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si dan Ibu Dr. Vita Ratnasari, M.Si selaku dosen Pembimbing dan Co-pembimbing Tesis yang telah sabar memberikan bimbingan, saran, dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Tesis ini.
3. Bapak Dr. I Nyoman Latra, MS dan Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku dosen penguji yang telah memberikan tambahan ilmu selama proses perbaikan laporan Tesis.
4. Bapak Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan sejak awal perkuliahan.
5. Pemerintah, pimpinan Dikti, dan Direktur Pascasarjana ITS, Bapak Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D melalui beasiswa *fresh graduate* yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan studi Magister di Statistika ITS.
6. Ayah Nur Syamsi dan Ibu Mar’ati, kedua orangtua terhebat dan tercinta penulis, terima kasih atas doa, motivasi, pengorbanan, dan kasih sayang yang selalu diberikan kepada penulis.
7. Kedua Kakak tersayang, Mas Nur Shodiqin dan Mbak Farida Rokhmah yang tiada henti memberikan kasih sayang, doa dan motivasi.

- 
8. Sahabat seperjuangan dari kuliah Diploma 3, Lintas Jalur dan Magister yaitu Millatur Rodliyah, *you are the best friends I have*.
 9. Teman-Teman tersayang penulis Tika, Desita, Riza, dan Isti yang sudah banyak memberikan doa dan motivasi kepada penulis.
 10. Teman-teman S2 Statistika ITS angkatan 2014, meskipun hanya 1,5 tahun melewati pertemanan bersama kalian, tapi kalian sangat istimewa dan memberikan banyak pengalaman serta pengetahuan untuk penulis.
 11. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan Tesis ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, penulis ucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tesis ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun akan senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan sum-bangan yang bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Analisis Regresi Linier	9
2.2 Struktur Data Model Hierarki	9
2.3 Model Linier Hierarki	10
2.4 Model Linier Hierarki 2 Level	11
2.4.1 Model Level 1	11
2.4.2 Model Level 2	12
2.5 Estimasi Parameter <i>Generalized Least Square</i>	13
2.6 Obesitas	14
2.6.1 Parameter Obesitas	15
2.6.2 Faktor-Faktor Penyebab Obesitas	15

2.6.3	Obesitas Sentral	17
2.6.3.1	Dampak Obesitas Sentral Bagi Kesehatan	17
2.6.3.2	Zat Gizi Berkaitan dengan Obesitas Sentral	17
2.6.4	Obesitas Sentral di Provinsi Jawa Timur	19
BAB 3	METODE PENELITIAN	21
3.1	Sumber Data	21
3.2	Variabel Penelitian	22
3.3	Definisi Operasional	22
3.4	Kerangka Konseptual Kejadian Obesitas	23
3.5	Kerangka Konseptual Pemodelan Lingkar Perut dengan <i>Hierarchical Linear Model</i> (HLM)	24
3.6	Struktur Data Penelitian	25
3.7	Langkah-langkah Penelitian	26
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Estimasi Parameter pada Model Linier Hierarki dengan Pendekatan <i>Generalized Least Square</i> (GLS)	29
4.1.1	Estimasi Parameter HLM pada Level 1	30
4.1.2	Estimasi Parameter HLM pada Level 2	32
4.2	Penerapan Pendekatan <i>Generalized Least Square</i> pada Model Linier Hierarki untuk Mengetahui Faktor yang Berpengaruh Terhadap Lingkar Perut	33
4.2.1	Deskriptif mengenai Lingkar Perut dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi	33
4.2.2	Pemodelan Linier Hierarki pada Level 1	41
4.2.3	Pemodelan Linier Hierarki pada Level 2	49
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		57
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kecenderungan Prevalensi Obesitas Sentral Penduduk Usia 15 tahun menurut Provinsi Tahun 2007 dan 2013	19
Gambar 3.1 Kerangka Konseptual pada Kejadian Obesitas	24
Gambar 3.2 Kerangka Konseptual Pemodelan Lingkar Perut dengan <i>Hierarchical Linear Models</i>	25
Gambar 4.1 Persebaran Proporsi Lingkar Perut yang mengalami Obesitas berdasarkan Jenis Kelamin per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	35
Gambar 4.2 Persebaran Proporsi Porsi Konsumsi Buah-buahan per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	36
Gambar 4.3 Persebaran Proporsi Porsi Konsumsi Sayur per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	37
Gambar 4.4 Persebaran Pengeluaran Pembelian Sayuran (perkapita dalam seminggu) per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	37
Gambar 4.5 Persebaran Pengeluaran Pembelian Buah-buahan (perkapita dalam seminggu) per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	38
Gambar 4.6 <i>Boxplot</i> dari Variabel Lingkar Perut per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	39
Gambar 4.7 <i>Boxplot</i> dari Variabel Usia per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	39
Gambar 4.8 <i>Boxplot</i> dari Variabel Konsumsi Buah (a) dan Konsumsi Sayuran (b) per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	40
Gambar 4.9 <i>Boxplot</i> dari Variabel Pengeluaran Pembelian Sayuran (a) dan Pembelian Buah (b) per Kabupaten/Kota di Jawa Timur	41

Gambar 4.10 Persebaran Variabel yang Signifikan Mempengaruhi

Lingkar Perut di masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa

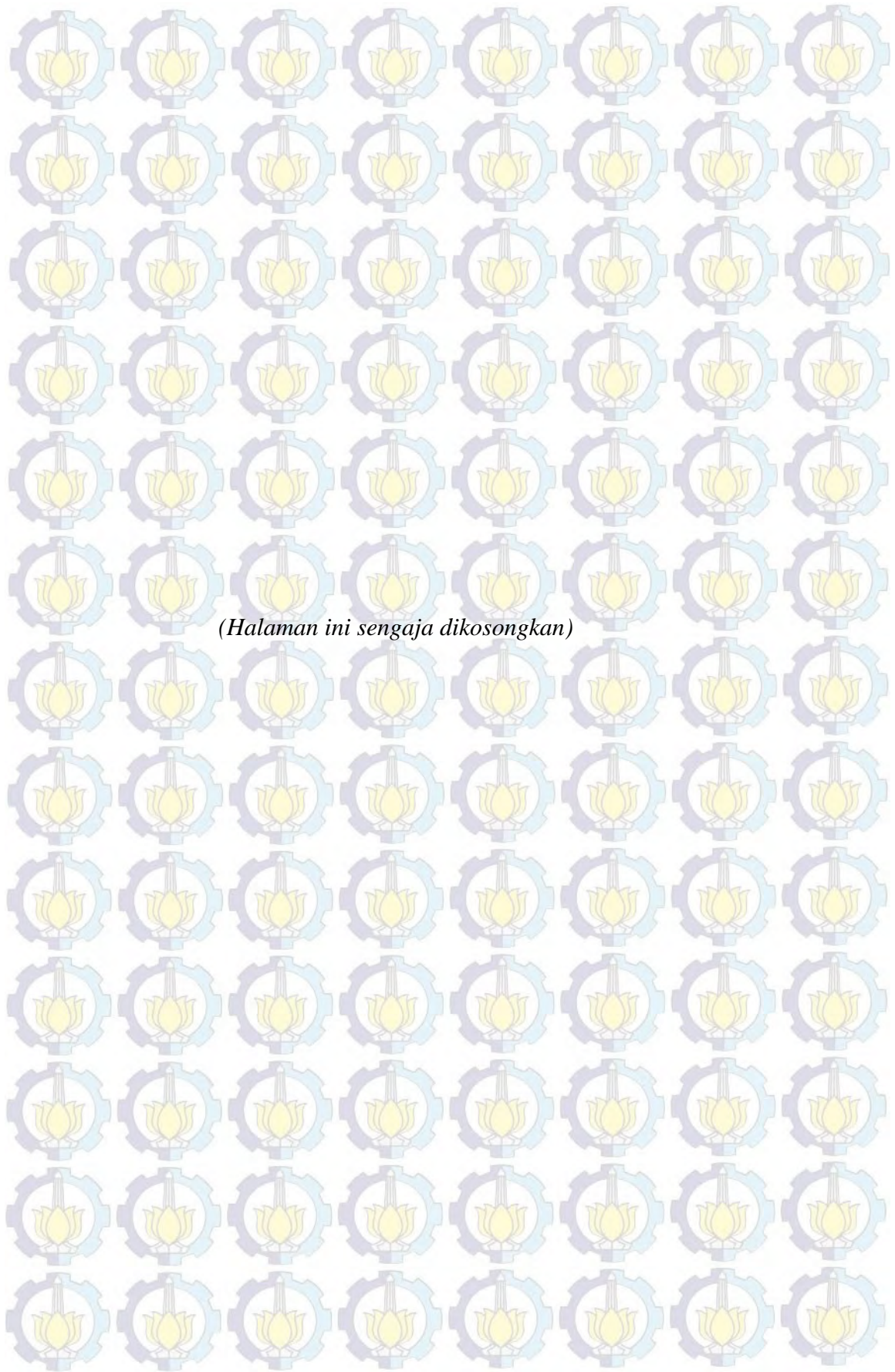
Timur 44

Gambar 5.1 Persebaran Variabel yang Signifikan Mempengaruhi Lingkar

Perut di masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa Timur..... 51

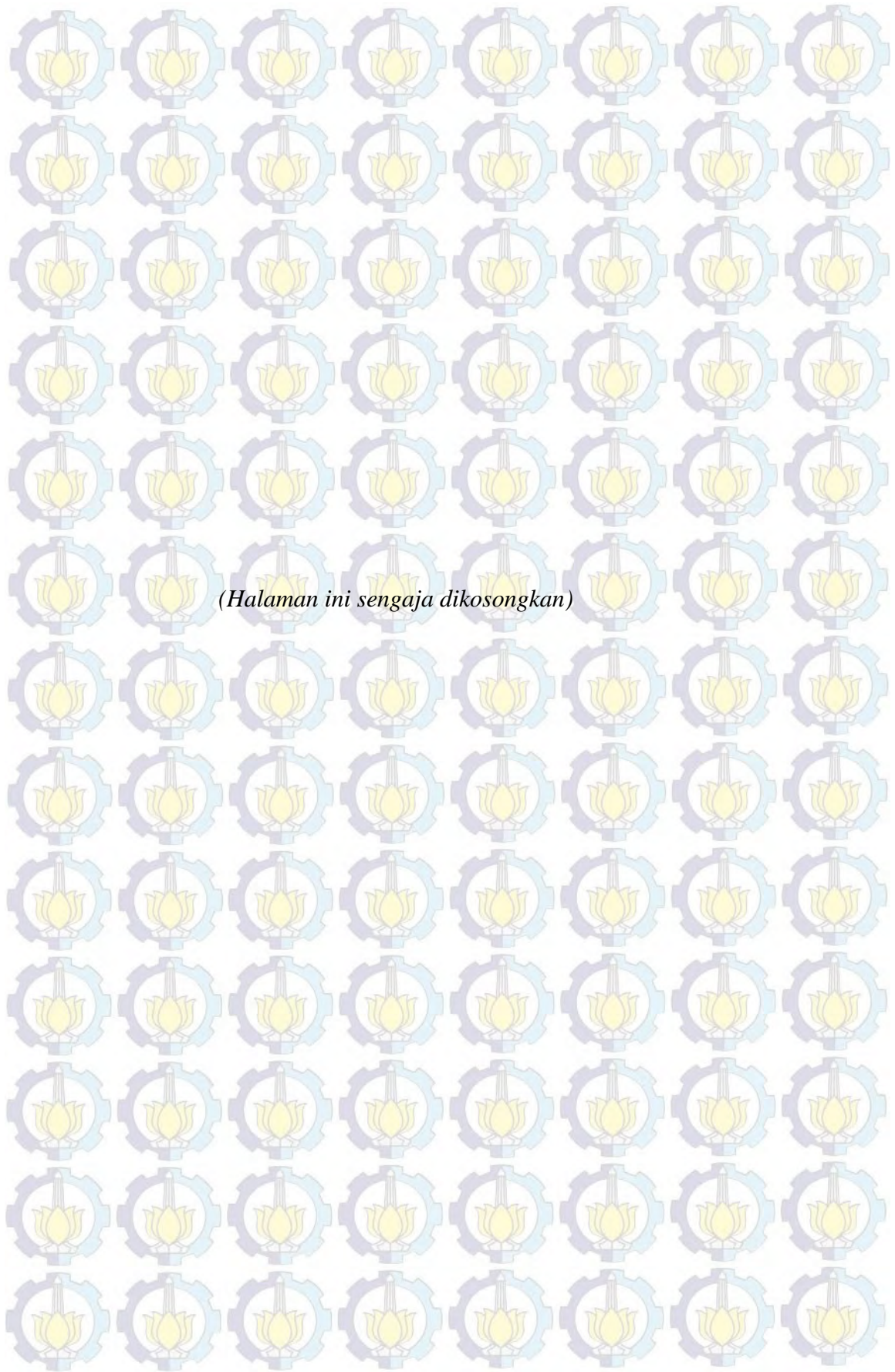
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data Hierarki dengan 2 Level	10
Tabel 3.1 Jumlah Sampel yang Digunakan dalam Penelitian	21
Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian yang Digunakan	23
Tabel 3.3 Struktur Data Hierarki 2 Level pada Data Penelitian	26
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif dari Variabel Penelitian yang Digunakan	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter secara Serentak di Level 1 .	42
Tabel 4.3 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter secara Parsial di Level 1	43
Tabel 4.4 Penjelasan Variabel yang Signifikansi di Masing-masing Kabupaten/Kota	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter secara Serentak di Level 2 .	49
Tabel 4.6 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter secara Parsial di Level 2	50



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Penelitian yang Digunakan pada Model HLM Level 1.....	57
Lampiran 2 Data Penelitian yang Digunakan pada Model HLM Level 2.....	58
Lampiran 3 <i>P-value</i> pada masing-masing Parameter pada Model HLM Level 1	59
Lampiran 4 <i>P-value</i> pada masing-masing Parameter pada Model HLM Level 2	60
Lampiran 5 Hasil untuk Pengujian Homogenitas	61
Lampiran 6 <i>Syntax</i> yang Digunakan pada <i>Sotware R</i> untuk Pengujian Homogenitas	62
Lampiran 7 <i>Syntax</i> yang Digunakan pada <i>Sotware Matlab</i> untuk Analisis HLM	63



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obesitas merupakan permasalahan kesehatan global dan dijadikan suatu studi dimana menunjukkan bahwa obesitas merupakan faktor risiko untuk penyakit Diabetes Melitus, Jantung Koroner, Hipertensi, Hiperlipidemia dan beberapa keganasan lainnya. Kondisi ketidaknormalan atau kelebihan akumulasi lemak pada jaringan adiposa disebut obesitas. Obesitas tidak hanya berupa kondisi dengan jumlah simpanan lemak yang berlebihan, namun distribusi lemak diseluruh tubuh (WHO, 2000). Salah satu permasalahan gizi di Indonesia adalah obesitas. Menurut Kemenkes tahun 2007 dan Kemenkes tahun 2013 memberikan informasi, berdasarkan Indeks Masa Tubuh (IMT) tahun 2007 sebesar 10,3% penduduk Indonesia mengalami obesitas. Pada tahun 2013 mengalami peningkatan menjadi 15,4%. Sedangkan obesitas sentral yaitu berdasarkan lingkaran perut diperoleh prosentase lebih tinggi yaitu 18,8% pada tahun 2007 dan tahun 2013 meningkat sebesar 7,8% menjadi 26,6%.

Indikator untuk mengukur obesitas meliputi IMT (Indeks Masa Tubuh), lingkaran pinggang, lingkaran perut, rasio lingkaran pinggang panggul (RLPP). Sedangkan indikator obesitas yang didasarkan pada lingkaran pinggang, lingkaran perut, RLPP disebut dengan obesitas sentral atau obesitas *abdominal*. Menurut Rippe, McInnis, dan Melanson (2001), obesitas sentral atau obesitas *abdominal* mengacu pada obesitas dikarenakan penumpukan adiposit sentral atau lemak visera pada tubuh. Adiposit sentral mengarah pada kondisi dimana lemak lebih banyak terakumulasi dibagian abdomen atau perut dibandingkan pada daerah paha, panggul, maupun lengan.

Beberapa penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan menemukan bahwa peningkatan risiko kesehatan lebih berhubungan dengan obesitas sentral dibandingkan dengan obesitas umum. Obesitas sentral berhubungan dengan penyakit jantung koroner, karena semakin tinggi tingkat obesitas sentral maka akan memperberat manifestasi penyakit jantung koroner yang muncul pada

responden (Gotera, Aryana, Suastika, Santoso, dan Kuswardhani, 2006). Penelitian lain dilakukan oleh Yuliasih tahun 2009 meneliti mengenai hubungan obesitas *abdominal* dengan peningkatan kadar glukosa darah. Hasil yang diperoleh terdapat hubungan yang bermakna antara obesitas *abdominal* dengan peningkatan kadar glukosa darah puasa dan glukosa darah puasa 2 jam *postprandial*. Begitu pula pada penelitian yang dilakukan oleh Soetiarto, Roselinda dan Suhardi (2010), obesitas sentral berdasarkan lingkar perut lebih berperan sebagai faktor risiko penyakit Diabetes Melitus (DM) dibandingkan dengan obesitas umum berdasarkan IMT. Serta penelitian yang dilakukan oleh Listiyana, Mardiana dan Prameswari (2013) menunjukkan bahwa obesitas sentral sangat erat hubungannya dengan terjadinya sindroma metabolik yang salah satu tandanya adalah peningkatan kolesterol darah total.

Terjadinya obesitas disebabkan oleh tidak seimbangnya pengkonsumsian karbohidrat yang terlalu berlebihan dan pengaturan pola makan yang tidak baik. Kondisi ini akibat dari interaksi beberapa faktor yaitu keluarga, keturunan dan penggunaan energi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Adriani dan Wirjatmadi tahun 2012 terjadinya obesitas melibatkan beberapa faktor yaitu faktor genetik, faktor psikis, faktor lingkungan, faktor kesehatan dan faktor perkembangan. Anak dari orang tua obesitas cenderung menjadi obesitas dibandingkan dengan anak dari orang tua normal. Karena lingkungan keluarga berpengaruh terhadap perkembangan kebiasaan makan yang dapat menyebabkan obesitas. Makan yang berlebihan dapat terjadi dikarenakan sebagai respon dari kesepian, depresi maupun kedukaan. Serta kurangnya aktifitas fisik merupakan salah satu penyebab utama terjadinya obesitas. Roberta dan Reither (2004) menyebutkan bahwa aktifitas fisik berpengaruh pada obesitas sentral khususnya lingkar perut.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap obesitas sentral khususnya lingkar perut yaitu konsumsi buah dan sayuran (Alves, Silva, Severo, Costa, Pina, Barros, dan Azevedo, 2013). Hal tersebut juga dinyatakan oleh Moore, Daniel, Paquet, Dube dan Gauvin pada tahun 2009 yaitu mengkonsumsi buah dan sayur berpengaruh terhadap lingkar perut. Responden yang cukup mengkonsumsi buah dan sayur, kemungkinan memiliki lingkar perut lebih tinggi dibandingkan dengan

responden yang mengkonsumsi buah dan sayurnya tinggi. Selain aktifitas fisik dan konsumsi buah dan sayur, karakteristik sosial ekonomi juga berpengaruh terhadap obesitas baik obesitas umum maupun sentral. Usia merupakan salah satu karakteristik sosial yang berpengaruh terhadap obesitas (Moore, *et al.*, 2009).

Untuk meningkatkan status kesehatan masyarakat perlu dikaji mengenai faktor yang mempengaruhi obesitas sentral (lingkar perut). Untuk itu diperlukan model statistika yang dapat digunakan untuk membantu permasalahan tersebut. Banyak penelitian yang sudah mengkaji faktor yang mempengaruhi obesitas, namun masih menggunakan analisis unilevel. Tahun 2009 Moore *et al.* melakukan penelitian dengan menggunakan analisis regresi logistik ordinal, tujuannya untuk mengkaji pengaruh konsumsi (buah, sayur, dan alkohol), aktivitas fisik, dan karakteristik individu (jenis kelamin, umur, dan sosial ekonomi) terhadap obesitas. Begitu juga yang dilakukan oleh Burhan, Sirajuddin dan Indriasari (2013) yaitu melakukan penelitian mengenai pola konsumsi terhadap kejadian obesitas sentral pada pegawai pemerintahan di kantor Bupati Kabupaten Jeneponto dengan analisis bivariat. Serta humayrah (2009) menggunakan analisis regresi logistik untuk membuktikan bahwa jenis kelamin, umur, perilaku konsumsi dan aktifitas fisik berhubungan dengan obesitas.

Beberapa penelitian dilakukan diwilayah dengan lingkup luas. Keragaman wilayah atau daerah yang harus diperhatikan saat melakukan analisis. Sehingga penggunaan analisis multilevel tepat dilakukan pada kondisi wilayah atau daerah tersebut. Metha dan Chang (2008) menggunakan analisis HLM (*Hierarchical Linear Models*) untuk mempelajari faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada obesitas, pada level 1 (individu) yang berpengaruh terhadap IMT meliputi jenis kelamin, umur, pendidikan, pendapatan dan status merokok. Sedangkan pada level 2 (wilayah) meliputi jumlah penduduk, median pendapatan keluarga dan persentase pendidikan diploma mempunyai pengaruh terhadap IMT. Tidak hanya penelitian tersebut yang menggunakan analisis HLM, pada tahun 2012 Galavis, Tremblay, Colley, Jauregui, Taylor dan Janssen menyimpulkan dari hasil penelitian yang diperoleh tidak ada perbedaan obesitas (Lingkar Perut dan IMT) berdasarkan jenis kelamin, serta aktivitas fisik dan *cardiorespiratory fitness* berhubungan negatif dengan obesitas (Lingkar Perut dan IMT). Kemudian pada

tahun 2014 peneliti Zhang, Holt, Lu, Onufrak, Yang, French, dan Sui telah melakukan analisis pada faktor yang berpengaruh terhadap obesitas dengan menggunakan analisis model logistik multilevel. Dimana ketergantungan masyarakat wilayah metropolitan terhadap kendaraan bermotor yang menyebabkan meningkatnya risiko obesitas.

Model multilevel merupakan teknik statistik yang telah mengalami pengembangan dari analisis regresi sederhana. Pengembangan itu didasari karena data yang digunakan dalam analisis memiliki struktur bertingkat, berjenjang (*hierarchy*) atau berklaster, serta adanya hubungan antara variabel pada tingkat yang berbeda (Goldstein, 1995), maka kondisi tersebut akan menghasilkan data yang berstruktur hierarki. Apabila analisis yang dilakukan pada data yang berstruktur hierarki menggunakan regresi sederhana akan memberikan interpretasi dan analisis statistik yang salah. Karena pada data hierarki individu-individu yang terdapat dalam kelompok yang sama cenderung memiliki kesamaan sehingga akan cenderung melanggar asumsi. Goldstein (1995) memperkenalkan pengembangan dari analisis regresi sederhana untuk mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh data yang berstruktur hierarki yaitu analisis *multilevel modeling* (analisis pemodelan multilevel).

Penelitian ini akan membahas model linier hierarki atau *Hierarchical Linier Modeling* (HLM) dimana disebut juga sebagai analisis pemodelan multilevel, *mixed modeling* dan *random coefficient modeling*. Pengertian model linier hierarki adalah suatu model linier dengan variabel respon yang nilainya tidak hanya dipengaruhi oleh variabel tetap saja, melainkan dipengaruhi oleh variabel acak (*random*). HLM berlaku ketika pengamatan yang dilakukan dalam bentuk studi kelompok dengan beberapa cara. Model linier hierarki menangkap dua fitur untuk mendefinisikan model. Pertama yaitu data tersebut sesuai untuk model hierarki yang terstruktur, dengan unit level pertama bersarang didalam unit level kedua, unit level kedua bersarang didalam unit level ketiga dan begitu seterusnya. Selanjutnya yang kedua, parameter model tersebut dapat dilihat memiliki struktur linier hierarki (Raudenbush dan Bryk, 2002).

Secara umum model regresi linear sederhana kurang tepat digunakan untuk menganalisis data hierarki karena observasi-observasi pada data hierarki

tidak sepenuhnya independen. Hal tersebut disebabkan pada data hierarki unit-unit yang diteliti pada kelompok yang sama umumnya mempunyai karakteristik yang hampir sama dibandingkan dengan unit-unit pengamatan dari kelompok yang berbeda. Oleh karena itu untuk data hierarki model regresi yang tepat digunakan adalah model regresi multilevel (*hierarchical linier modeling*). Analisis regresi multilevel merupakan analisis regresi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel respon dengan sekumpulan variabel prediktor yang mempunyai level atau tingkatan tertentu. Model yang paling sederhana dari model linier hierarki adalah model dua level yaitu model yang digunakan untuk menganalisis data berstruktur dua level, dimana level pertama merupakan data individu dan level kedua adalah data kelompok.

Metode yang digunakan untuk penaksir parameter model regresi multilevel cukup variatif. Krismala, Ispriyati dan Mukid pada tahun 2014 melakukan pemodelan regresi 2 level dengan metode *Iterative Generalized Least Square* (IGLS). Sedangkan pada tahun 2011, Tantular melakukan penelitian mengenai prosedur penaksiran parameter model multilevel menggunakan *Two Stage Lest Square* dan *Iterative Generalized Least Square*. Dimana kedua metode tersebut akan dicari yang terbaik. Penelitian lain dilakukan oleh Maggin, Swaminathan dan Rogers pada tahun 2011 mengenai pendekatan estimasi *Generalized Least Square* pada regresi untuk menghitung ukuran efek dalam penelitian kasus tunggal. Pada penelitian tersebut mempunyai dua tujuan, yang pertama adalah untuk menunjukkan penerapan pendekatan regresi GLS dengan dua desain yang umum digunakan dalam literatur kasus tunggal. Sedangkan yang kedua adalah untuk membandingkan hasil dengan kriteria untuk kesesuaian kasus tunggal ukuran efek yang ditetapkan oleh Horner *et al.* (2009) dan Wolery *et al.* (2010) yang dikutip oleh Maggin *et al.* (2011). Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa dengan pengamatan tentang penggunaan metode regresi GLS sebagai dukungan untuk analisis visual dan direkomendasikan untuk penelitian dimasa depan.

Parameter yang sering digunakan pada regresi multilevel yaitu metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square/OLS*) dan metode *Maximum Likelihood* (ML). Namun metode OLS kurang tepat digunakan karena adanya kemiripan

karakteristik unit-unit pada level satu dan unit level 2 yang menyebabkan data tersebut tidak bersifat independen. Goldstein (1995) yang dikutip oleh Tantular (2011) mengusulkan untuk menggunakan metode kuadrat terkecil umum (*Generalized Least Square/GLS*) untuk menaksir parameter tetap pada metode multilevel. Metode ini dinilai lebih baik dari pada metode OLS karena model yang digunakan merupakan model yang telah disubstitusikan sehingga struktur varians kovarians yang digunakan terdiri dari komponen level 1 dan level 2. Model GLS baik digunakan karena galat (*error*) yang dihasilkan lebih kecil (Alaba, Olubusage dan Ojo, 2010).

Sehingga pada penelitian ini menggunakan data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 yang bersumber dari Badan Litbang Kesehatan Republik Indonesia dan Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) tahun 2013. Riskesdas merupakan riset yang meliputi wilayah yang luas di seluruh Indonesia. Artinya riset yang besar akan menghasilkan data dengan struktur hierarki. Menurut Kemenkes (2013), Riskesdas merupakan riset yang berbasis komunitas berkala sejak tahun 2007 yang mengumpulkan data dasar dan indikator kesehatan yang mempersentasikan gambaran wilayah Nasional, Provinsi, dan Kabupaten/Kota. Namun pada penelitian ini membatasi hanya menggunakan data Riskesdas di Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari 38 Kabupaten/Kota. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap obesitas sentral yaitu lingkaran perut sebagai variabel dependen (Y). Karena data yang digunakan merupakan data multilevel maka pada variabel independen terdapat data level 1 (individu) dan level 2 (Kabupaten/Kota), dimana pada level 1 meliputi usia (X_1), konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3). Sedangkan level 2 meliputi pengeluaran pembelian buah perkapita seminggu (Z_1) dan pengeluaran pembelian sayuran perkapita seminggu (Z_2). Analisis menggunakan *Hierarchical Linear Model* dua level dengan estimasi parameter *Generalized Least Square*. Level 1 merupakan individu, sedangkan level dua Kabupaten/Kota di Jawa Timur sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana bentuk estimasi parameter pada *Hierarchical Linear Model* dengan pendekatan *Generalized Least Square*?
2. Bagaimana penerapan pendekatan *Generalized Least Square* pada *Hierarchical Linear Model* untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap Lingkar Perut (Y)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan estimasi parameter pada *Hierarchical Linear Model* dengan pendekatan *Generalized Least Square*.
2. Menerapkan pendekatan *Generalized Least Square* pada *Hierarchical Linear Model* untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap Lingkar Perut (Y).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti : dapat memberikan wawasan keilmuan yang lebih khusus kepada penulis mengenai penerapan estimasi *Generalized Least Square* pada *Hierarchical Linear Model*.
2. Bagi keilmuan statistika : dapat memperkaya wacana mengenai *Hierarchical Linear Model*.
3. Bagi bidang kesehatan : dapat memberikan kontribusi dalam mengurangi dan mencegah terjadinya obesitas.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Data yang dipergunakan adalah data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 dan data Susenas tahun 2013 Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari 38 Kabupaten/Kota. Data tersebut meliputi variabel lingkar perut, usia, konsumsi buah, konsumsi sayuran, dan pengeluaran pembelian buah dan sayuran perkapita seminggu.
2. Model Linier Hierarki yang digunakan hanya dua level dengan level pertama adalah individu, sedangkan untuk level keduanya adalah Kabupaten/Kota.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Regresi Linier

Analisis regresi merupakan suatu model yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon (Y) dengan variabel prediktor (X). Menurut Gujarati (2006) yang dikutip oleh Pratiwi (2015) ada tiga tujuan dari model regresi yaitu yang pertama menjelaskan pola hubungan sebab akibat yang terjadi antar peubah respon dengan prediktor, tujuan kedua untuk mengetahui kontribusi *relative* tiap peubah prediktor untuk menjelaskan peubah respon dan yang ketiga adalah memprediksi nilai peubah respon untuk beberapa nilai peubah prediktor tertentu. Persamaan model regresi dapat ditunjukkan sebagai berikut (Draper dan Smith, 1992).

$$Y = S_0 + S_1X + v \quad (2.1)$$

Dimana Y adalah nilai variabel respon, sedangkan X adalah nilai variabel prediktor. Untuk S_0 merupakan parameter *intercept* dan S_1 koefisien *slope* dengan v adalah menyatakan *error* yang diasumsikan IIDN.

2.2 Struktur Data Model Hierarki

Data berstruktur hierarki yaitu data yang terdiri dari unit-unit yang diobservasi bersarang atau terkelompokkan dalam unit level yang lebih tinggi. Data hierarki disebut juga data multilevel atau data bersarang (Dewi, 2008).

Pada data berstruktur hierarki atau data berjenjang, variabel dependen diukur pada level 1 atau di tingkat terendah saja, sedangkan variabel independen diukur pada level 1 dan level yang lebih tinggi (Goldstein, 2011). Bahwa pada persamaan regresi disusun terpisah pada setiap level, untuk memprediksi *outcome* dari variabel dependen (Y) dengan menggunakan *explanatory* variabel independen (X). Jika terdapat data dengan kondisi struktur hierarki atau data berjenjang dengan 2 level sebagai berikut.

- Terdapat m buah kelompok, dimana banyaknya pengamatan pada masing-masing kelompok sebesar n_1, n_2 dan seterusnya sampai dengan n_m .
- Variabel dependen (Y) diamati hanya pada level 1
- Variabel independen dengan 2 level yaitu
 - Level 1 : Variabel independen X_1 sampai X ke- p
 - Level 2 : Variabel independen Z_1 sampai Z ke- q

Gambaran dari struktur data *Hierarchical Linear Models* (HLM) level 2 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Struktur Data Hierarki dengan 2 Level

Kelompok	Pengamatan	Variabel Dependen (Y)	Variabel Independen level 1			Variabel Independen level 2		
			X_1	...	X_p	Z_1	...	Z_q
1	1	y_{11}	x_{111}		x_{p11}			
	2	y_{21}	x_{121}		x_{p21}	Z_{11}		Z_{q1}
	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots			
	n_1	y_{n_11}	x_{1n_11}		x_{pn_11}			
2	1	y_{12}	x_{112}		x_{p12}			
	2	y_{22}	x_{122}		x_{p22}	Z_{12}		Z_{q2}
	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots			
	n_2	y_{n_12}	x_{1n_22}		x_{pn_22}			
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	\vdots	...	\vdots
m	1	y_{1m}	x_{11m}		x_{p1m}			
	2	y_{2m}	x_{12m}		x_{p2m}	Z_{1m}		Z_{qm}
	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots			
	n_m	y_{n_1m}	x_{1n_mm}		x_{pn_mm}			

2.3 Model Linier Hierarki (*Hierarchical Linear Model*)

Hierarchical Linear Model (HLM) telah disebut sebagai model *random coefficient*, model linier multilevel, model *covariance component*, serta model *unbalanced* dengan *efek acak* tersarang. Model linier hierarki adalah model linier dengan variabel respon yang nilainya tidak hanya dipengaruhi oleh variabel tetap (*fixed*) saja namun juga dipengaruhi oleh variabel acak (*random*). Istilah HLM menangkap dua fitur dalam mendefinisikan model. Hal pertama, data yang sesuai untuk model berstruktur hirarki, dengan unit level pertama tersarang dalam unit

level kedua, unit level kedua tersarang di dalam unit level ketiga, dan seterusnya. Sedangkan hal kedua, parameter model tersebut terlihat seperti memiliki struktur hirarki (Raudenbush dan Bryk, 2002).

2.4 Model Linier Hierarki 2 level

Pada bagian ini merumuskan model linier hierarki umum dua level. Gabungan level satu dan level dua merupakan model linier campuran dengan *fixed* dan *random* koefisien regresi. Secara umum model regresi linier 2 level mendefinisikan variabel bebas pada level individu (level 1) dan pada level kelompok (level 2).

2.4.1 Model Level 1

Pada level 1 (individu), hasilnya y_{ij} untuk individu ke i pada kelompok ke j ($i = 1, \dots, n_j; j = 1, \dots, m$), sebagai variasi fungsi dari karakteristik individu X_{ij} , dan *random error* v_{ij} sesuai dengan model regresi linier. Bentuk suatu model umum level 1 adalah sebagai berikut (Hox, 2010).

$$Y_{ij} = S_{0j} + S_{1j}X_{ij} + v_{ij}, \quad v_{ij} \sim N(0, \tau^2) \quad (2.2)$$

Keterangan :

Y_{ij} = peubah respon pada level 1

S_{0j} = *intercept* pada level 1

S_{1j} = koefisien regresi pada level 1

X_{ij} = peubah prediktor pada level 1

v_{ij} = *error* pada level 1

Dapat dituliskan model linier hierarki level 1 dengan matriks sebagai berikut.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{v}; \quad E(\mathbf{y}) = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}, \quad \text{cov}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \tau^2 \mathbf{V}$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \\ \vdots \\ y_{n_i;j} \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11j} & X_{21j} & \cdots & X_{p1j} \\ 1 & X_{12j} & X_{22j} & \cdots & X_{p2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n_i;j} & X_{2n_i;j} & \cdots & X_{pn_i;j} \end{bmatrix}, = \begin{bmatrix} S_0 \\ S_1 \\ \vdots \\ S_p \end{bmatrix}, = \begin{bmatrix} v_{1j} \\ v_{2j} \\ \vdots \\ v_{n_i;j} \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(v) = \begin{bmatrix} \text{var}(v_1) & \text{cov}(v_1, v_2) & \cdots & \text{cov}(v_1, v_n) \\ \text{cov}(v_2, v_1) & \text{var}(v_2) & \cdots & \text{cov}(v_2, v_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(v_n, v_1) & \text{cov}(v_n, v_2) & \cdots & \text{var}(v_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} = \mathbf{V}^2$$

Dimana p adalah banyaknya variabel prediktor, j adalah banyaknya kelompok/group, dan n_i adalah banyaknya sampel dimasing-masing group.

2.4.2 Model level 2

Pada level 2 (kelompok), setiap koefisien regresi, S_{0j} didefinisikan oleh model satu level, menjadi variabel hasil untuk diprediksi oleh karakteristik tingkat kelompok, maka bentuk suatu model umum level 2 sebagai berikut (Hox, 2010).

$$S_{0j} = x_{00} + x_{01}Z_j + u_{0j} \quad (2.3)$$

Keterangan :

S_{0j} = peubah respon pada level 2

x_{00} = *intercept* pada level 2

x_{01} = koefisien regresi pada level 2

Z_j = peubah prediktor pada level 2

u_{0j} = *error* pada level 2

Dapat dituliskan dalam bentuk matriks untuk model linier hierarki level 2 adalah

$$S_{kj} = \mathbf{Z}_j \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_{kj}; E(S) = \mathbf{Z} \boldsymbol{\beta}, \text{cov}(S) = \mathbf{Z}^T \mathbf{V} \mathbf{Z}$$

$$= \begin{bmatrix} S_{k1} \\ S_{k2} \\ \vdots \\ S_{k;j} \end{bmatrix}, \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 1 & Z_{11} & Z_{21} & \cdots & Z_{p1} \\ 1 & Z_{12} & Z_{22} & \cdots & Z_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & Z_{1;j} & Z_{2;j} & \cdots & Z_{p;j} \end{bmatrix}, = \begin{bmatrix} x_{k0} \\ x_{k1} \\ \vdots \\ x_{k2} \end{bmatrix}, \mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_{k1} \\ u_{k2} \\ \vdots \\ u_{k;j} \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \text{var}(u_1) & \text{cov}(u_1, u_2) & \cdots & \text{cov}(u_1, u_n) \\ \text{cov}(u_2, u_1) & \text{var}(u_2) & \cdots & \text{cov}(u_2, u_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(u_n, u_1) & \text{cov}(u_n, u_2) & \cdots & \text{var}(u_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \tau_2^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \tau_n^2 \end{bmatrix} = \mathbf{V}^{-2}$$

Dimana p adalah banyaknya variabel prediktor, j adalah banyaknya kelompok/group, dan k adalah banyaknya parameter yang digunakan.

Persamaan pada level 1 dan level 2 digabung untuk 1 prediktor baik level 1 dan level 1 sehingga membentuk persamaan 2.4 berikut.

$$Y_{ij} = x_{00} + x_{01}Z_j + S_1X_{ij} + u_{0j} + v_{ij} \quad (2.4)$$

Dimana pada bagian $[x_{00} + x_{01}Z_j + S_1X_{ij}]$ merupakan *fixed effect* dan pada bagian $[u_{0j} + v_{ij}]$ adalah *random effect* (Hox, 2010). Diasumsikan menyebar normal dengan ketentuan berikut.

- Rata-rata sama dengan 0, $E(u_{0j}) = E(v_{ij}) = 0$
- Ragam *error* pada level 2 adalah $\text{Var}(u_{0j}) = \tau_{u0}^2$ dan ragam *error* pada level 1 adalah $\text{Var}(v_{ij}) = \tau_e^2$

2.5 Estimasi Parameter *Generalized Least Square*

Pada estimasi OLS (*Ordinary Least Square*), salah satu asumsi yang harus dipenuhi adalah $E\{vv'} = \tau^2$ yaitu error yang bersifat homoskedastisitas. Greene (2003) menyatakan apabila terjadi pelanggaran asumsi tersebut, yakni kemungkinan variasinya tidak sama (heteroskedastisitas), maka metode yang dapat digunakan untuk menduga koefisien regresi adalah metode *Generalized Least Square* (GLS). Penaksir pada metode GLS diperoleh dengan cara mentransformasikan model regresi linier terlebih dahulu sehingga dapat memenuhi asumsi-asumsi pada OLS.

Asumsi yang diberikan pada model regresi dengan metode GLS adalah $E\{v\} = 0$ dan $E\{vv'} = \tau^2 \mathbf{V}$ dimana \mathbf{V} merupakan matriks simetris definit

positif dan nonsingular yang diketahui dan berukuran $n \times n$, sehingga V dapat difaktorisasi menjadi,

$$V = S S' \quad (2.5)$$

Dengan Λ adalah matriks diagonal dengan elemen diagonal $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T)$, dan S adalah matriks *orthogonal*. Maka,

$$\begin{aligned} V^{-1} &= S^{-1} \Lambda^{-1} S'^{-1} \\ &= S^{-1} \Lambda^{-1/2} \Lambda^{-1/2} S'^{-1} \\ &= PP' \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dimana $P = S^{-1} \Lambda^{-1/2}$ dan $\Lambda^{-1/2}$ adalah matriks diagonal dengan elemen diagonalnya $(\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \dots, \sqrt{\lambda_T})$ dan $PVP' = I_T$.

Model regresi yang ditunjukkan pada persamaan (2.7) berikut

$$y = X\beta + \epsilon \quad (2.7)$$

dapat ditransformasikan dengan mengalikan matriks P sehingga diperoleh

$$Py = PX\beta + P\epsilon \quad (2.8)$$

Atau dapat dituliskan

$$y^* = X^*\beta + \epsilon^*$$

Dimana $E\{\epsilon^*\} = 0$ dan $E\{\epsilon^* \epsilon^{*'}\} = E\{P\epsilon \epsilon' P'\} = P' PVP' = P' I_T P = I_T$. Maka estimasi

GLS pada β diberikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_{GLS} &= (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} y^* \\ &= (X' P P X)^{-1} X' P P y \\ &= (X' V^{-1} X)^{-1} X' V^{-1} y \end{aligned} \quad (2.9)$$

2.6 Obesitas

Obesitas adalah suatu keadaan dimana terjadi timbunan lemak yang berlebihan atau abnormal pada jaringan adipose, yang akan mengganggu kesehatan (WHO, 2000). Menurut Egger dan Swinburn (1996) yang dikutip oleh Oviyanti (2010), *overweight* adalah suatu kondisi dimana perbandingan berat badan dan tinggi badan melebihi standar yang ditentukan, sedangkan obesitas

adalah suatu keadaan peningkatan lemak tubuh baik diseluruh tubuh maupun dibagian tubuh tertentu.

2.6.1 Parameter Obesitas

Parameter yang digunakan untuk mengukur obesitas seseorang adalah IMT (Indeks Masa Tubuh) yang merupakan indeks pengukuran sederhana untuk melihat obesitas. Cara menghitung IMT yaitu BB/TB^2 , dimana BB adalah berat badan dalam kilogram dan TB adalah tinggi badan dalam meter (Caballero, 2005). Selain IMT, ada parameter obesitas khusus digunakan untuk mengukur distribusi lemak dalam tubuh. Parameter tersebut adalah lingkaran perut yang digunakan untuk mengukur obesitas sentral. Menurut WHO (2000), obesitas sentral merupakan kondisi kelebihan lemak yang terpusat pada daerah perut (*intra-abdominal fat*). Seseorang dapat disebut mengalami obesitas sentral jika lingkaran perut untuk laki-laki $>90\text{cm}$ atau lingkaran perut untuk perempuan $>80\text{cm}$. Obesitas sentral tidak hanya dilihat dari lingkaran perut saja, namun juga dapat diukur dengan menggunakan RLPP atau *Waist Hip Ratio* (WHR). Seseorang disebut mengalami obesitas sentral jika $WHR >1,0$ untuk laki-laki dan $WHR >0,85$ untuk perempuan (WHO, 2000).

2.6.2 Faktor-Faktor Penyebab Obesitas

Faktor-faktor penyebab obesitas meliputi faktor genetik, lingkungan atau Sosial Budaya, psikologi atau psikis, fisiologi dan kesehatan.

a. Faktor Genetik

Seringkali menjumpai anak-anak yang gemuk dari keluarga yang salah satu atau kedua orang tuanya gemuk juga. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor genetik telah ikut mempengaruhi dalam menentukan jumlah unsur sel lemak dalam tubuh. Obesitas cenderung diturunkan, hal ini disebabkan anggota keluarga tidak hanya berbagi gen, melainkan juga berbagi makanan dan gaya hidup yang dapat mendorong terjadinya obesitas (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

b. Faktor Lingkungan/Sosial Budaya

Faktor lingkungan juga mempengaruhi seseorang untuk menjadi gemuk, jika seseorang dibesarkan (tumbuh) dalam lingkungan yang menganggap gemuk

adalah simbol dari kemakmuran dan keindahan, maka orang tersebut akan cenderung untuk menjadi gemuk. Menurut Adriani dan Wirdjatmadi (2012), faktor lingkungan yang menyebabkan obesitas meliputi perilaku/pola makan dan aktivitas fisik keluarga. Karena aktivitas fisik mempunyai hubungan yang besar dengan obesitas. Berikut ini beberapa hasil penelitian yang terkait dengan aktivitas fisik dan obesitas adalah.

- Penelitian Moore *et al.* (2009) : Aktivitas fisik berpengaruh terhadap obesitas (lingkar perut). Dimana responden yang mempunyai aktivitas fisik rendah kemungkinan memiliki lingkar perut lebih tinggi dibandingkan responden dengan aktivitas fisik yang tinggi.
- Penelitian Glaviz *et al.* (2012) : Ada hubungan negatif antara aktivitas fisik dengan obesitas sentral yaitu lingkar perut.

c. Faktor Psikologi/Psikis

Apa saja yang ada didalam pikiran seseorang dapat mempengaruhi kebiasaan makannya, karena banyak orang yang memberikan reaksi terhadap emosinya dengan makan. Salah satu bentuk gangguan tersebut adalah persepsi diri yang negatif. Gangguan ini merupakan masalah yang serius untuk banyak wanita dengan usia muda yang menderita obesitas dan juga dapat menimbulkan kesadaran yang berlebihan tentang kegemukannya serta rasa tidak nyaman dalam pergaulan sosial. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Adriani dan Wirdjatmadi (2012) bahwa ada dua pola makan abnormal yang menjadi penyebab dari obesitas yaitu yang pertama makan dalam jumlah sangat banyak atau makan pada saat malam hari. Sedangkan yang kedua pola makan yang seperti itu biasanya disebabkan oleh stres dan kekecewaan.

d. Faktor Fisiologi

Faktor fisiologi dapat ditandai dari energi yang dikeluarkan seseorang akan menurun dengan bertambahnya usia, hal tersebut terkait dengan aktifitas fisik yang dilakukan dan ini pula yang sering menyebabkan peningkatan berat badan pada usia pertengahan menurut Moore (1997).

e. Faktor Kesehatan

Beberapa penyakit yang dapat menyebabkan obesitas diantaranya hipotiroidisme, sindroma cushing, sindroma prader-willi, beberapa kelainan saraf yang bisa menyebabkan seseorang banyak makan. Selain itu juga obat-obatan tertentu (misalkan steroid dan beberapa anti-depresi) dapat menyebabkan penambahan berat badan (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

2.6.3 Obesitas Sentral

Menurut Rippe *et al.* (2001), Obesitas sentral atau obesitas abdominal mengacu pada obesitas dikarenakan penumpukan adiposit sentral atau lemak visera pada tubuh. Adiposit sentral mengarah pada kondisi dimana lemak lebih banyak terakumulasi di bagian abdomen atau perut dibandingkan di daerah paha, panggul atau lengan.

2.6.3.1 Dampak Obesitas Sentral Bagi Kesehatan

Menurut WHO tahun 2000, obesitas sentral berhubungan dengan beberapa penyakit yang terkait dengan jantung (Hipertensi, penyakit jantung koroner, dan stroke), resistensi insulin, kanker, serta yang terkait dengan empedu. Berikut ini beberapa penelitian yang menyatakan dampak obesitas sentral bagi kesehatan.

- Penelitian Wildman, Gu, Reynolds, Duan, Wu dan He (2005) : menyimpulkan bahwa obesitas sentral meningkatkan risiko hipertensi, dislipidemia, diabetes dan sindrom metabolik pada laki-laki dan perempuan.
- Penelitian Gotera *et al.* (2006) : Obesitas sentral berhubungan dengan penyakit jantung koroner, karena semakin tinggi tingkat obesitas sentral akan memperberat manifestasi penyakit jantung koroner.
- Penelitian Yuliasih (2009) : Ada hubungan antara obesitas sentral dengan peningkatan kadar glukosa darah puasa dan glukosa darah puasa 2 jam *postprandial*.

2.6.3.2 Zat Gizi yang Berkaitan dengan Obesitas Sentral

Asupan energi merupakan penyebab langsung obesitas. Walaupun energi bukan merupakan zat gizi tetapi energi selalu berkaitan dengan karbohidrat, lemak protein serta alkohol. Energi merupakan hasil dari metabolisme karbohidrat, lemak dan protein. Fungsi energi sebagai sumber tenaga untuk metabolisme,

pengaturan suhu tubuh, pertumbuhan dan kegiatan fisik. Kelebihan energi disimpan untuk cadangan energi dalam bentuk glikogen sebagai cadangan jangka pendek dan dalam bentuk lemak sebagai cadangan dalam jangka panjang. Sedangkan karbohidrat dan lemak memiliki peran sebagai protein *sparer* (Hardiansyah dan Tambunan, 2004).

- Karbohidrat

Salah satu zat gizi yang berpengaruh terhadap sindrom metabolik adalah karbohidrat. Dimana lingkaran perut merupakan salah satu indikator dari sindrom metabolik (Kasiman, 2011). Kelebihan konsumsi karbohidrat disimpan dalam bentuk lemak. Karbohidrat atau disebut juga sebagai glukosa akan disimpan dalam otot dan hati. Apabila glukosa sudah mencapai titik jenuh, akan diubah menjadi komponen lemak dalam bentuk trigliserida. Fungsi dari karbohidrat sebagai sumber energi, serta berfungsi juga sebagai pelindung protein agar tidak dibakar sebagai penghasil energi, dan juga membantu metabolisme lemak dan protein.

- Lemak

Menurut Hardiansyah dan Tambunan tahun 2004, lemak terdiri dari atas fosfolipid, sterol dan trigliserida. Sebagian besar lemak merupakan trigliserida yang terdiri atas asam lemak dan gliserol. Fungsi lemak dalam makanan adalah membantu penyerapan vitamin A,D,E,K, menambah energi dan menjadikan makanan menjadi lezat. Lemak dikelompokkan menjadi tiga menurut kemudahan proses pencernaannya yaitu asam lemak jenuh yang sulit dicerna, asam lemak tidak jenuh tunggal yang mudah dicerna dan asam lemak tidak jenuh ganda yang paling mudah dicerna.

- Buah dan Sayuran

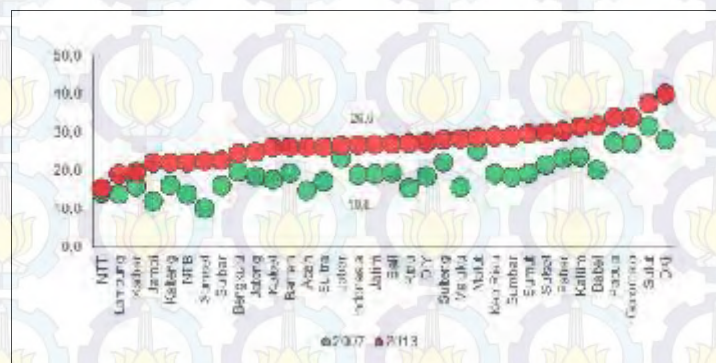
Buah dan Sayur banyak mengandung serat yang mempunyai manfaat bagi kesehatan. Beberapa serat (*fiber*) yang ada dalam buah dan sayur merupakan selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, dan beberapa jenis glikoprotein (Santoso, 2011). Serat sebagai bagian dari bahan pangan yang dikonsumsi sehari-hari dengan sumber utama dari tanaman, sayur-sayuran, sereal, buah-buahan, dan kacang-kacangan. Berdasarkan kelarutannya serat pangi

dibedakan menjadi dua yaitu serat pangan yang terlarut dan tidak terlarut. Sedangkan jika dilihat dari fungsinya, serat terbagi menjadi 3 fraksi utama yaitu polisakarida struktural yang terdapat pada dinding sel yang meliputi selulosa, hemiselulosa dan substansi pektat, yang kedua non-polisakarida struktural yang sebagian besar terdiri dari lignin, serta yang ketiga polisakarida non-struktural yang meliputi gum dan agar-agar. Menurut Herminingsih (2010) ada beberapa manfaat serat pangan (*dietary fiber*) untuk kesehatan yaitu sebagai berikut.

1. Mengontrol berat badan atau kegemukan (obesitas).
2. Penanggulangan penyakit diabetes.
3. Mencegah gangguan *gastrointestinal*.
4. Mencegah kanker kolon (usus besar).
5. Mengurangi tingkat kolesterol dan penyakit *kardiovaskuler*.

2.6.4 Obesitas Sentral di Provinsi Jawa Timur

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi yang mempunyai prevalensi obesitas sentral (lingkar perut) pada penduduk usia 15 tahun yang tinggi (26,8%) dibandingkan prevalensi obesitas sentral secara nasional (26,6%) pada tahun 2013 (seperti yang terlihat pada Gambar 2.1).



Sumber: Laporan Riskesdas 2013

Gambar 2.1 Kecenderungan Prevalensi Obesitas Sentral Penduduk Usia 15 tahun Menurut Provinsi, Indonesia Tahun 2007 dan 2013

Gambar 2.1 diatas menyajikan informasi prevalensi obesitas sentral penduduk usia 15 tahun menurut provinsi di Indonesia pada tahun 2007 dan 2013. Hasil menunjukkan bahwa dari tahun 2007 hinngga 2013 hampir seluruh provinsi mengalami peningkatan prevalensi obesitas sentral, hal tersebut

dikarenakan terdapatnya jumlah sampel yang besar serta masalah faktor usia 15 tahun yang banyak tergolong mengalami obesitas sentral. Dimana dengan jangka waktu dari tahun 2007 hingga 2013 pertumbuhan seseorang semakin meningkat seiring bertambahnya usia, jika usia bertambah maka lingkar perut seseorangpun ikut bertambah sehingga berpengaruh terhadap obesitas. Obesitas sentral dianggap sebagai faktor risiko yang berkaitan erat dengan beberapa penyakit kronis. Secara nasional, prevalensi obesitas sentral terendah di Nusa Tenggara Timur dan tertinggi di Sulawesi Utara pada tahun 2007. Sedangkan pada tahun 2013 prevalensi obesitas sentral terendahnya tetap berada di Nusa Tenggara Timur, namun tertingginya pada DKI Jakarta.

Prevalensi obesitas sentral tertinggi ditemukan pada usia yang lebih tua (45-54 tahun) baik di Sulawesi Utara dan DKI Jakarta. Hal tersebut diduga akibat lambatnya metabolisme, rendahnya aktivitas fisik, seringnya frekuensi konsumsi pangan dan kurangnya perhatian pada bentuk tubuh. Serta prevalensi obesitas yang tinggi di wilayah Sulawesi Utara terjadi akibat perilaku penduduk lokal yang terkenal suka mengadakan pesta dan jamuan adat dengan makanan yang mengandung kadar lemak yang tinggi. Sedangkan untuk DKI Jakarta, prevalensi obesitas sentral tinggi dikarenakan gaya hidup dan perilaku konsumsi seseorang. Gaya hidup di kota metropolitan yang cenderung kurang aktivitas fisiknya, serta kurang selektif dalam memilih makanan yang dikonsumsi.

Nusa Tenggara Timur (NTT) memperoleh prevalensi obesitas sentral yang rendah dibandingkan provinsi lainnya di Indonesia baik pada tahun 2007 maupun 2013, hal tersebut dikarenakan konsumsi perkapita NTT lebih kecil dari pada provinsi lainnya. NTT merupakan daerah kepulauan, banyaknya pulau mengakibatkan banyak warga yang sukar dicapai sarana dan prasarana sosial ekonomi yang memadai, serta termasuk daerah tertinggal karena tertinggal dalam memberikan akses pada pelayanan kesehatan dibandingkan provinsi lainnya di Indonesia.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 yang bersumber dari Badan Litbang Kesehatan Republik Indonesia dan Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) tahun 2013. Unit analisis pada penelitian level 1 adalah 54.101 individu yang ada di Provinsi Jawa Timur (Tabel 3.1). Sedangkan unit analisis pada penelitian level 2 adalah 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Variabel yang diteliti adalah lingkaran perut, usia, konsumsi buah-buahan dan sayuran dalam porsi perminggu, serta pengeluaran pembelian sayuran dan buah-buahan perkapita perminggu. Berikut ini jumlah sampel yang digunakan pada masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel yang Digunakan dalam Penelitian

No	Kab/Kota	n	No	Kab/Kota	n
1	Pacitan	1065	20	Magetan	1279
2	Ponorogo	1291	21	Ngawi	1182
3	Trenggalek	1336	22	Bojonegoro	1716
4	Tulungagung	1366	23	Tuban	1766
5	Blitar	1437	24	Lamongan	1672
6	Kediri	1641	25	Gresik	1737
7	Malang	1947	26	Bangkalan	1172
8	Lumajang	1497	27	Sampang	1278
9	Jember	1984	28	Pamekasan	1239
10	Banyuwangi	1710	29	Sumenep	1454
11	Bondowoso	1219	30	Kota Kediri	1170
12	Situbondo	1296	31	Kota Blitar	828
13	Probolinggo	1649	32	Kota Malang	1555
14	Pasuruan	1810	33	Kota Probolinggo	1010
15	Sidoarjo	2199	34	Kota Pasuruan	986
16	Mojokerto	1525	35	Kota Mojokerto	857
17	Jombang	1540	36	Kota Madiun	968
18	Nganjuk	1439	37	Kota Surabaya	2121
19	Madiun	1158	38	Kota Batu	1002

Sumber : Data Riskesdas Tahun 2013

Riskesdas dan Susenas dilakukan diseluruh wilayah Indonesia, namun pada penelitian ini hanya menggunakan data untuk Provinsi Jawa Timur saja. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari data Riskesdas tahun 2013 dan Susenas tahun 2013. Data yang bersumber dari Riskesdas tahun 2013 tersebut meliputi data mengenai lingkaran perut, usia, konsumsi buah-buahan dan sayuran dalam porsi per minggu. Sedangkan data yang bersumber dari Susenas tahun 2013 adalah data tentang pengeluaran pembelian sayuran dan buah-buahan perkapita perminggu untuk setiap Kabupaten/Kota.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen, karena data yang digunakan merupakan data multilevel, maka pada variabel independen terdapat data level 1 (individu) dan data level 2 (Kabupaten/Kota). Berikut ini penjelasan variabel yang digunakan sebagai berikut.

- Variabel Dependen : Lingkaran perut (Y)
- Variabel Independen :
 - Level 1 (Individu) : Usia (X_1), Konsumsi buah-buahan dalam porsi per minggu (X_2), Konsumsi sayuran dalam porsi per minggu (X_3).
 - Level 2 (Kabupaten/Kota) : Pengeluaran pembelian sayuran perkapita perminggu (Z_1), Pengeluaran pembelian buah-buahan perkapita perminggu (Z_2).

3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional dari variabel penelitian baik variabel dependen maupun variabel independen akan diuraikan pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian yang Digunakan

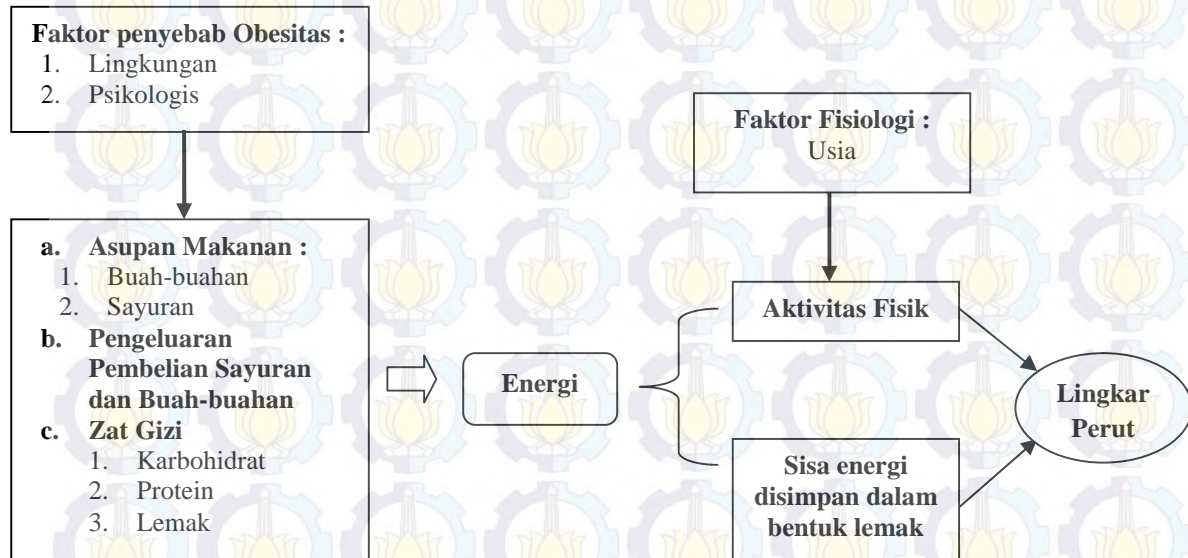
No	Variabel	Definisi	Cara Pengukuran	Skala
1.	Lingkar Perut	Pengukuran melingkar pada daerah titik tengah antara titik tulang rusuk terakhir dengan titik ujung lengkung tulang pangkal panggul/paha.	Mengukur lingkar perut didaerah titik tengah antara titik tulang rusuk terakhir dengan titik ujung lengkung tulang pangkal panggul/paha dalam santuan centimeter (cm)	Rasio
2.	Usia	Lama hidup dari lahir hingga waktu dilakukan Riskesdas.	Umur dihitung dalam ulang tahun terakhir (tahun)	Rasio
3.	Konsumsi Buah-buahan dalam porsi per minggu	Kandungan serat dalam buah-buahan yang dikonsumsi selama satu minggu.	Dihitung dari rata-rata hari konsumsi buah-buahan dalam seminggu yang dikalikan dengan rata-rata porsi konsumsi buah-buahan dalam sehari, hasilnya berupa porsi dalam seminggu.	Rasio
4.	Konsumsi Sayuran dalam porsi per minggu	Kandungan serat dalam sayuran yang dikonsumsi selama satu minggu.	Dihitung dari rata-rata hari konsumsi sayuran dalam seminggu yang dikalikan dengan rata-rata porsi konsumsi sayuran dalam sehari, hasilnya berupa porsi dalam seminggu.	Rasio
5.	Pengeluaran Pembelian Sayuran perkapita seminggu	Rata-rata pengeluaran keluarga untuk membeli sayuran dalam satu minggu yang dihitung dalam satuan rupiah.	Dihitung dalam satuan ribu rupiah untuk setiap Kabupaten/Kota	Rasio
6.	Pengeluaran Pembelian Buah-buahan perkapita seminggu	Rata-rata pengeluaran keluarga untuk membeli buah-buahan dalam satu minggu yang dihitung dalam satuan rupiah.	Dihitung dalam satuan ribu rupiah untuk setiap Kabupaten/Kota	Rasio

Sumber : Laporan Riskesdas dan Susenas Tahun 2013

3.4 Kerangka Konseptual Kejadian Obesitas

Penyebab tidak langsung dari Obesitas adalah dikarenakan asupan makanan yang berlebih dan sedikitnya energi yang digunakan, serta adanya faktor genetik (keturunan). Dengan pola makan dan aktivitas fisik seorang anak dipengaruhi oleh pola makan dan aktivitas fisik dari orang tuanya (keluarga).

Faktor lain yang berpengaruh pada obesitas adalah faktor psikis dan faktor fisiologi. Faktor psikisnya yaitu makan dalam jumlah yang sangat banyak atau makan pada malam hari dipicu adanya stres maupun kekecewaan. Sedangkan faktor fisiologi juga berpengaruh pada energi yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas, energi yang dikeluarkan seseorang dapat dipengaruhi oleh usia.



Gambar 3.1 Kerangka Konseptual pada Kejadian Obesitas

3.5 Kerangka Konseptual Pemodelan Lingkar Perut dengan *Hierarchical Linear Models (HLM)*

Kerangka konseptual pemodelan lingkar perut dengan HLM pada data Riskesdas tahun 2013 dan Susenas tahun 2013 dapat digambarkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Kerangka Konseptual Pemodelan Lingkar Perut dengan HLM

Informasi yang diperoleh dari Gambar 3.2 adalah pada tingkat individu (level 1), lingkar perut dipengaruhi oleh usia, konsumsi buah-buahan dan sayuran. Sedangkan pada tingkat kelompok yaitu Kabupaten/Kota (level 2), lingkar perut dipengaruhi oleh pengeluaran keluarga membeli sayuran dan buah-buahan.

3.6 Struktur Data Penelitian

Berdasarkan indikator-indikator dari variabel yang digunakan maka struktur data hierarki dua level ditunjukkan pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Struktur Data Hierarki Dua Level pada Penelitian yang Digunakan

Kabupaten/ Kota	Individu	Variabel Dependen (Y)	Variabel Independen level 1			Variabel Independen level 2	
			X_1	X_2	X_3	Z_1	Z_2
1	1	y_{11}	x_{111}	x_{211}	x_{311}	Z_{11}	Z_{21}
	2	y_{21}	x_{121}	x_{221}	x_{321}		
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		
	n_{715}	$y_{715;1}$	$x_{1;715;1}$	$x_{2;715;1}$	$x_{3;715;1}$		
2	1	y_{12}	x_{112}	x_{212}	x_{312}	Z_{12}	Z_{22}
	2	y_{22}	x_{122}	x_{222}	x_{322}		
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		
	n_{1159}	$y_{1159;2}$	$x_{1;1159;2}$	$x_{2;1159;2}$	$x_{3;1159;2}$		
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
38	1	y_{1m}	$x_{1;1;38}$	$x_{2;1;38}$	$x_{3;1;38}$	$Z_{1;38}$	$Z_{2;38}$
	2	y_{2m}	$x_{1;2;38}$	$x_{2;2;38}$	$x_{3;2;38}$		
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		
	n_{287}	$y_{287;38}$	$x_{1;287;38}$	$x_{2;287;38}$	$x_{3;287;38}$		

Keterangan :

Y : Lingkar Perut (cm)

X_1 : Usia (tahun)

X_2 : Konsumsi Buah-buahan (porsi/minggu)

X_3 : Konsumsi Sayuran (porsi/minggu)

Z_1 : Pengeluaran Pembelian Sayuran (perkapita perminggu)

Z_2 : Pengeluaran Pembelian Buah-Buahan (perkapita perminggu)

3.7 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai yaitu.

1. Melakukan estimasi parameter pada Model Linier Hierarki dengan pendekatan *Generalized Least Square*. Langkah-langkahnya sebagai berikut.

a. Menaksir parameter untuk model HLM level 1 (individu) dengan GLS langkah-langkahnya sebagai berikut

- Diketahui variabel respon yang digunakan adalah Y, sedangkan variabel prediktornya terdiri dari tiga variabel yaitu X_1 , X_2 , dan X_3 . Sehingga model HLM level 1 adalah

$$Y_{ij} = S_{0j} + S_{1j}X_{1ij} + S_{2j}X_{2ij} + S_{3j}X_{3ij} + e_{ij} \quad ; j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n_i$$

- Mengaplikasikan model HLM level 1 tersebut pada data penelitian, dimana j merupakan jumlah Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Jawa Timur ($j=38$), maka

$$Y_{i1} = S_{01} + S_{11}X_{1i1} + S_{21}X_{2i1} + S_{31}X_{3i1} + e_{i1}$$

$$Y_{i2} = S_{02} + S_{12}X_{1i2} + S_{22}X_{2i2} + S_{32}X_{3i2} + e_{i2}$$

\vdots

$$Y_{i;38} = S_{0;38} + S_{1;38}X_{1i;38} + S_{2;38}X_{2i;38} + S_{3;38}X_{3i;38} + e_{i;38}$$

- Dengan metode GLS untuk HLM level 1, diperoleh estimasi parameter S dengan meminimumkan V^{-1} adalah $\hat{S} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}y$

b. Menaksir parameter untuk model HLM level 2 (kelompok) dengan GLS langkah-langkahnya sebagai berikut.

- Diketahui variabel respon yang digunakan S_0, S_1, S_2, S_3 , sedangkan variabel prediktornya terdiri dari 2 variabel yaitu Z_1 dan Z_2 . Sehingga model HLM level 2 adalah

$$S_{kj} = x_{kj} + x_{kj}Z_1 + x_{kj}Z_2 + U_{kj} \quad ; k = 0, 1, 2, 3$$

- Mengaplikasi model tersebut pada data penelitian, dimana k merupakan jumlah parameter pada S ($k=4$), maka

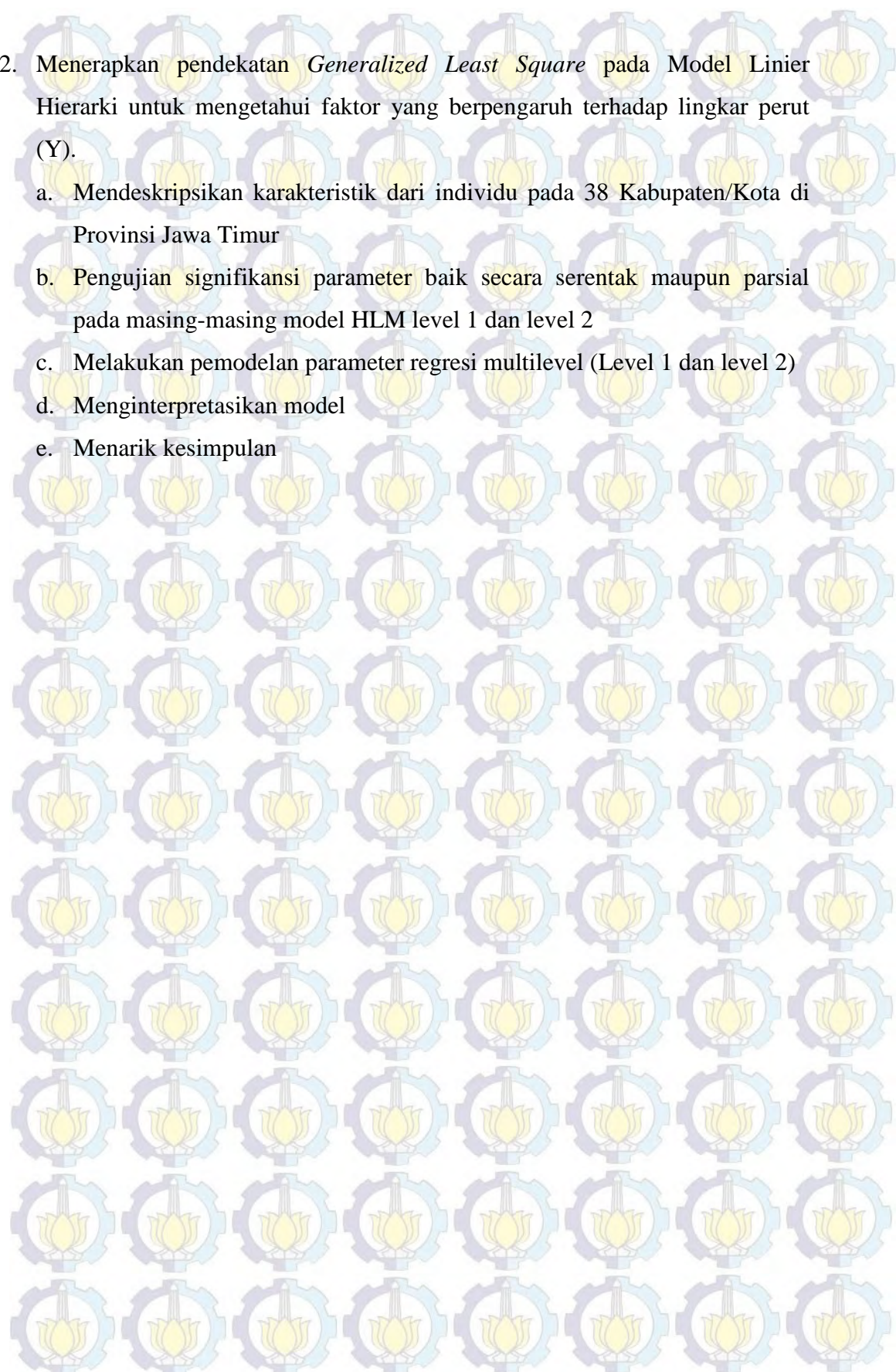
$$S_{0j} = x_{00} + x_{10}Z_1 + x_{20}Z_2 + U_{0j}$$

$$S_{1j} = x_{01} + x_{11}Z_1 + x_{21}Z_2 + U_{1j}$$

$$S_{2j} = x_{02} + x_{12}Z_1 + x_{22}Z_2 + U_{2j}$$

$$S_{3j} = x_{03} + x_{13}Z_1 + x_{23}Z_2 + U_{3j}$$

- Dengan metode GLS untuk HLM level 2, diperoleh estimasi parameter x dengan meminimumkan $u'V^{-1}u$ adalah $\hat{x} = (Z'V^{-1}Z)^{-1}Z'V^{-1}y_{kj}$

- 
2. Menerapkan pendekatan *Generalized Least Square* pada Model Linier Hierarki untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap lingkaran perut (Y).
- Mendeskripsikan karakteristik dari individu pada 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur
 - Pengujian signifikansi parameter baik secara serentak maupun parsial pada masing-masing model HLM level 1 dan level 2
 - Melakukan pemodelan parameter regresi multilevel (Level 1 dan level 2)
 - Menginterpretasikan model
 - Menarik kesimpulan

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan analisis dan pembahasan mengenai estimasi parameter dan pemodelan dari model linier hierarki pada data lingkaran perut di Jawa Timur tahun 2013. Secara lengkap hasil analisis dan pembahasan dapat dijelaskan berikut ini.

4.1 Estimasi Parameter pada Model Linier Hierarki dengan Pendekatan *Generalized Least Square* (GLS)

Estimasi parameter pada model linier hierarki dilakukan pada level 1 dan level 2 dengan pendekatan *Generalized Least Square* (GLS). Pada penggunaan metode analisis regresi untuk membentuk model regresi didasari oleh asumsi *error* atau residual yang bersifat identik, independen dan berdistribusi normal dengan *mean* bernilai 0 dan varians bernilai tertentu yaitu σ^2 , dinotasikan $v_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$.

Awalnya untuk penaksiran parameter koefisien regresi digunakan metode kuadrat terkecil biasa (*Ordinary Least Square*/OLS). Apabila pada data diketahui asumsi identik tidak terpenuhi (heteroskedastisitas) maka metode penaksiran parameter yang sesuai adalah kuadrat terkecil umum (*Generalized Least Square*).

Saat ini mempertimbangkan model dimana variabel Y berkorelasi atau variansnya berbeda, sehingga $\text{cov}(y) \neq \sigma^2 I$. Pada regresi linier sederhana, nilai-nilai yang lebih besar dari X_i dapat menyebabkan nilai-nilai yang lebih besar dari $\text{var}(y_i)$.

Baik regresi sederhana maupun berganda, jika y_1, y_2, \dots, y_n terjadi pada titik-titik berurutan waktu, maka berkorelasi. Untuk kasus-kasus seperti hal tersebut, dimana asumsi $\text{cov}(y) = \sigma^2 I$ tidak sesuai lagi, sehingga menggunakan model

$$y = X\beta + \epsilon; E(y) = X\beta, \text{cov}(y) = \sigma^2 V \quad (4.1)$$

Dimana X adalah *full rank* dan V adalah matriks definit positif. Penggunaan $\sigma^2 V$ memungkinkan estimasi dari σ^2 pada beberapa konteks yang sesuai.

Ukuran $n \times n$ dari matriks \mathbf{V} memiliki n elemen diagonal dan $\binom{n}{2}$ elemen diagonal atas (atau bawah). Jika matriks \mathbf{V} tidak diketahui, $\binom{n}{2} + n$ unsur yang berbeda tidak dapat diestimasi dari sampel pengamatan. Dalam aplikasi tertentu, struktur yang lebih sederhana untuk \mathbf{V} diasumsikan yang memungkinkan untuk diestimasi. Untuk model pada persamaan 4.1 diatas diperoleh hasil sebagai berikut.

- i. *The best linear unbiased estimator* (BLUE) pada adalah

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y} \quad (4.2)$$

- ii. Matriks *covariance* untuk $\hat{\beta}$ adalah

$$\text{cov}(\hat{\beta}) = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1} \quad (4.3)$$

- iii. *Estimator unbiased* dari σ^2 adalah

$$S^2 = \frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta})'\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta})}{n-k-1} = \frac{\mathbf{y}'[\mathbf{V}^{-1} - \mathbf{V}^{-1}\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}]\mathbf{y}}{n-k-1} \quad (4.4)$$

Pada penelitian ini asumsi residual homogenitas belum terpenuhi. Homogen apabila $p\text{-value}$ (Lampiran 5) dari pengujian homogenitas dengan menggunakan uji Breush-Pagan (BP) diatas $=0,1$. Diperoleh hasil dari pengujian homogenitas di tiap Kabupaten/Kota sebanyak 38 tidak semuanya menunjukkan hasil yang homogen residualnya. Sehingga metode estimasi yang tepat digunakan untuk model linier hierarki 2 level adalah GLS (*Generalized Least Square*), karena GLS merupakan metode estimasi yang tepat apabila data tersebut tidak memenuhi asumsi residual homogen.

4.1.1 Estimasi Parameter Model Linier Hierarki pada Level 1

Estimasi parameter pada level 1 untuk model linier hierarki ini merupakan tingkat individu, dimana Y sebagai variabel respon dan X adalah variabel prediktornya sebanyak 3 variabel yaitu X_1 , X_2 , dan X_3 . Sebagai pengaplikasian estimasi parameter model linier hierarki level 1 dimisalkan pada Kabupaten Pacitan ($j=1$). Maka persamaan regresi dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{v} \quad ; \quad E(\mathbf{y}) = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad , \quad \text{cov}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \boldsymbol{\tau}^2 \mathbf{V}$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \\ \vdots \\ y_{n1} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{111} & X_{211} & X_{311} \\ 1 & X_{121} & X_{221} & X_{321} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{1n1} & X_{2n1} & X_{3n1} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V} = \begin{bmatrix} V_{11} \\ V_{21} \\ \vdots \\ V_{n1} \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\mathbf{v}) = \begin{bmatrix} \text{var}(v_1) & \text{cov}(v_1, v_2) & \cdots & \text{cov}(v_1, v_n) \\ \text{cov}(v_2, v_1) & \text{var}(v_2) & \cdots & \text{cov}(v_2, v_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(v_n, v_1) & \text{cov}(v_n, v_2) & \cdots & \text{var}(v_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \tau_2^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \tau_n^2 \end{bmatrix} = \mathbf{V}^{-1}$$

Metode GLS digunakan untuk estimasi parameter pada HLM level 1, dimana tujuannya untuk meminimumkan \mathbf{V}^{-1} sehingga dapat diperoleh hasil estimasi parameternya adalah

$$\begin{aligned} \mathbf{V}^{-1} &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= (\mathbf{y}' - (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})') \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= (\mathbf{y}' \mathbf{V}^{-1} - (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1}) (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} - \mathbf{y}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) - (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} + (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} - 2(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} + (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ \frac{\partial (\mathbf{V}^{-1})}{\partial \boldsymbol{\beta}} &= \frac{\partial (\mathbf{y}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} - 2(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} + (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}))}{\partial \boldsymbol{\beta}} \\ &= 0 - 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} + 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} + 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) &= 0 \\ 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) &= 2\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} \\ \mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) &= \mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} \\ &= (\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} \end{aligned}$$

Sehingga estimasi parameter model linier hierarki level 1 untuk Kabupaten Pacitan ($j=1$) adalah $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y}$. Dimana \mathbf{X} adalah matriks yang berisi *fixed variable* di level 1 dan \mathbf{V}^{-1} merupakan matriks diagonal yang berelemenkan nilai-nilai pembobot dari residual level 1. Estimasi parameter untuk 37 Kabupaten/Kota lainnya di Provinsi Jawa Timur dilakukan langkah yang sama seperti Kabupaten Pacitan tersebut.

4.1.2 Estimasi Parameter Model Linier Hierarki pada Level 2

Begitu juga untuk estimasi parameter pada level 2 untuk model linier hierarki ini merupakan tingkat kelompok (*group*), dimana S_{kj} yaitu $S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}$ ($k=0,1,2,3$; $j=1,2,\dots,38$) sebagai variabel respon dan Z adalah variabel prediktornya sebanyak 2 variabel yaitu Z_1 dan Z_2 . Maka masing-masing respon mempunyai persamaan regresi, namun kali ini dimisalkan untuk respon S_{0j} dapat dituliskan persamaan regresinya dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$S_{0j} = \mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0 + u_{0j} \quad ; E(S) = \mathbf{Z} \boldsymbol{\beta}_0, \text{ cov}(S) = \mathbf{Z} \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{Z}' + \mathbf{V}$$

$$= \begin{bmatrix} S_{01} \\ S_{02} \\ \vdots \\ S_{0,38} \end{bmatrix}, \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 1 & Z_{11} & Z_{21} \\ 1 & Z_{12} & Z_{22} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & Z_{1,38} & Z_{2,38} \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{00} \\ X_{01} \\ X_{02} \end{bmatrix}, \mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_{01} \\ u_{02} \\ \vdots \\ u_{0,38} \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \text{var}(u_1) & \text{cov}(u_1, u_2) & \cdots & \text{cov}(u_1, u_n) \\ \text{cov}(u_2, u_1) & \text{var}(u_2) & \cdots & \text{cov}(u_2, u_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(u_n, u_1) & \text{cov}(u_n, u_2) & \cdots & \text{var}(u_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} = \mathbf{V}$$

Pada model HLM level 2 juga menggunakan metode GLS untuk estimasi parameternya, dimana tujuannya untuk meminimumkan $\mathbf{u}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{u}$ sehingga hasil estimasi parameternya HLM model 2 adalah

$$\begin{aligned} \mathbf{u}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{u} &= (\mathbf{y}_{0j} - \mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y}_{0j} - \mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) \\ &= (\mathbf{y}_{0j}' - (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)') \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y}_{0j} - \mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) \\ &= (\mathbf{y}_{0j}' \mathbf{V}^{-1} - (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1}) (\mathbf{y}_{0j} - \mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) \\ &= \mathbf{y}_{0j}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y}_{0j} - \mathbf{y}_{0j}' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) - (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y}_{0j} + (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) \\ &= \mathbf{y}_{0j}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y}_{0j} - 2(\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y}_{0j} + (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0)' \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Z}_j' \boldsymbol{\beta}_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial(\mathbf{u}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{u})}{\partial} &= \frac{\partial(\mathbf{u}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j} - 2(\mathbf{Z}'_j)\mathbf{V}^{-1}_{0j} + (\mathbf{Z}'_j)\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{Z}_j))}{\partial} \\
&= 0 - 2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j} + 2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{Z}_j) \\
2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j} + 2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{Z}_j) &= 0 \\
2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{Z}_j) &= 2\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j} \\
\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{Z}_j) &= \mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j} \\
&= (\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}\mathbf{Z}_j)^{-1}\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j}
\end{aligned}$$

Estimasi parameter model linier hierarki level 2 untuk respon S_{0j} adalah $\hat{\beta} = (\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}\mathbf{Z}_j)^{-1}\mathbf{Z}'_j\mathbf{V}^{-1}_{0j}$. Dimana \mathbf{Z} adalah matriks yang berisi *fixed variable* di level 2 dan \mathbf{V}^{-1} merupakan matriks diagonal yang berelemenkan nilai-nilai pembobot dari residual level 2. Estimasi parameter untuk 3 respon lainnya S_{1j}, S_{2j}, S_{3j} dilakukan langkah yang sama seperti respon S_{0j} tersebut.

4.2 Penerapan Pendekatan *Generalized Least Square* pada Model Linier Hierarki untuk Mengetahui Faktor yang Berpengaruh terhadap Lingkar Perut

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai lingkaran perut dan beberapa faktor yang diduga mempengaruhi lingkaran perut dengan menggunakan statistika deskriptif dan dengan menggunakan model linier hierarki 2 level (level 1 dan level 2).

4.2.1 Deskriptif mengenai Lingkar Perut dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi

Pada penelitian ini dengan menggunakan data Riskesdas (untuk level 1) dan Susenas (untuk level 2) tahun 2013 untuk menduga beberapa faktor yang mempengaruhi lingkaran perut di 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Berikut ini merupakan deskripsi mengenai lingkaran perut dan beberapa faktor yang diduga mempengaruhi yaitu usia (X_1), konsumsi buah-buahan (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3) yang disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif dari Variabel Penelitian yang Digunakan

Level	Variabel		Mean	Max	Min
1	Y	Lingkar Perut	77,7	150	50
	X ₁	Usia	35,5	54	15
	X ₂	Konsumsi Buah	3,6	63	0
	X ₃	Konsumsi Sayur	10,2	63	0
2	Z ₁	Pengeluaran Pembelian Sayur	12,2	21,4	7
	Z ₂	Pengeluaran Pembelian Buah	28,6	35,7	20,1

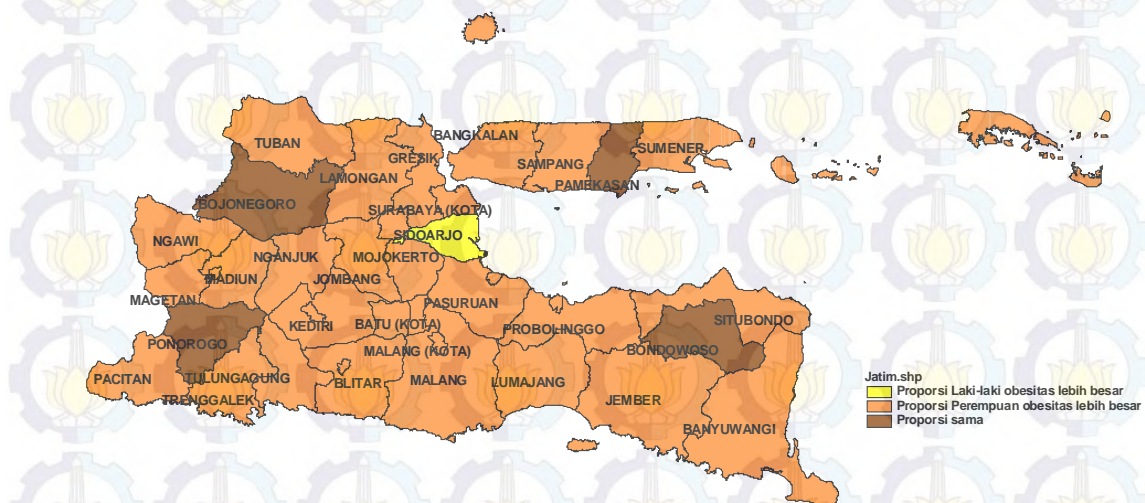
Berdasarkan Tabel 4.1 diatas diketahui bahwa rata-rata lingkar perut (Y) di Jawa Timur pada tahun 2013 sebesar 77,7cm. Sementara itu Kabupaten/Kota di Jawa Timur memiliki lingkar perut minimunya sebesar 50cm, sedangkan maksimumnya mencapai 150cm. Lingkar perut masing-masing individu di Jawa Timur tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhi. Beberapa variabel yang diduga mempengaruhi yaitu usia (X₁), konsumsi buah dalam porsi/minggu (X₂), konsumsi sayuran dalam porsi/minggu (X₃), pengeluaran pembelian sayuran perkapita dalam seminggu (Z₁) dan pengeluaran pembelian buah-buahan perkapita dalam seminggu (Z₂).

Karakteristik variabel usia (X₁) yaitu rata-rata usia individu yang disurvei mengenai lingkar perut berkisaran umur 35,5 tahun, dengan umur maksimum individu yang disurvei adalah 54 tahun, sedangkan 15 tahun merupakan usia minimumnya. Kemudian untuk variabel konsumsi buah dan sayuran dalam porsi/minggu diketahui bahwa rata-rata konsumsi buah individu di seluruh Jawa Timur sebesar 3,6 porsi/minggu dengan , sedangkan 10,2 porsi perminggu adalah rata-rata konsumsi sayuran individu diseluruh Jawa Timur. Dimana untuk konsumsi buah (X₂) dan konsumsi sayuran (X₃) mempunyai nilai porsi konsumsi maksimum dan minimum yang sama yaitu 63 porsi/minggu untuk konsumsi maksimum buah dan sayuran serta nilai minimumnya tidak mengkonsumsi (0 porsi) buah maupun sayuran.

Pada penelitian ini terdapat tingkatan/level, dimana untuk level 1 merupakan penelitian seluruh individu yang ada di Jawa Timur yang sudah di bahas diatas. Sedangkan untuk level 2 penelitian tersebut hanya dilakukan di Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Timur yaitu sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

Variabel yang diamati meliputi pengeluaran pembelian sayuran perkapita/minggu (Z_1) dan pengeluaran pembelian buah-buahan perkapita seminggu (Z_2). Diketahui rata-rata pengeluaran pembelian buah sebesar 28,6 perkapita seminggu, dimana pengeluaran maksimum untuk pembelian buah adalah 35,7 perkapita seminggu dan minimumnya 20,1 perkapita/minggu. Berbeda dengan rata-rata pengeluaran pembelian sayuran yang lebih kecil dibandingkan pengeluaran pembelian buah yaitu sebesar 12,2 perkapita seminggu dengan pengeluaran maksimum dan minimumnya masing-masing adalah 21,4 perkapita seminggu untuk pengeluaran pembelian sayuran yang maksimum dan 7 perkapita seminggu untuk pengeluaran pembelian sayuran yang minimum.

Untuk mengetahui Kabupaten atau Kota mana saja di Jawa Timur yang mempunyai proporsi tinggi pada masing-masing variabel penelitian yang digunakan dapat ditunjukkan dengan gambar berikut ini.

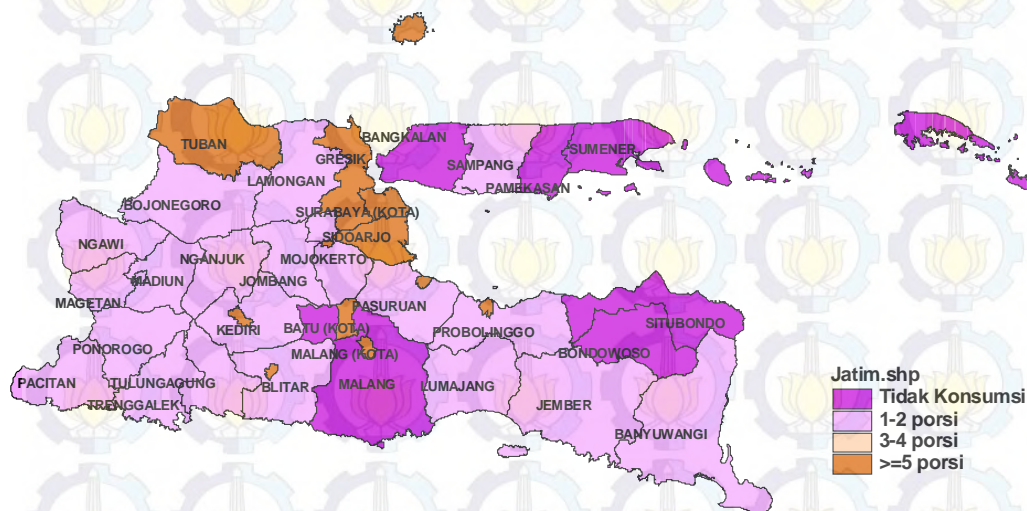


Gambar 4.1 Persebaran Proporsi Lingkar Perut yang mengalami Obesitas berdasarkan Jenis Kelamin per Kabupaten/Kota Di Jawa Timur

Gambar 4.1 diatas diperoleh informasi bahwa Kabupaten/Kota yang proporsi lingkar perut yang mengalami obesitas berdasarkan jenis kelamin laki-laki yang tertinggi terdapat di Sidoarjo dan Kota Mojokerto. Sedangkan proporsi lingkar perut yang mengalami obesitas berdasarkan jenis kelamin laki-laki dan perempuan sama terdapat pada 4 Kabupaten yaitu Ponorogo, Bojonegoro, Bondowoso, dan Pamekasan. 32 Kabupaten/Kota lainnya yang belum disebutkan

diatas mempunyai proporsi lingkaran perut yang mengalami obesitas tertinggi berdasarkan jenis kelamin perempuan.

Sedangkan persebaran proporsi konsumsi buah-buahan (X_2) dan konsumsi sayur (X_3) dalam satuan porsi/minggu dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Berdasarkan laporan Riskesdas Jawa Timur tahun 2013 proporsi porsi konsumsi buah-buahan atau sayur per minggu penduduk usia 10 tahun menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur dikategorikan menjadi 4 yaitu tidak konsumsi (1), 1-2 porsi (2), 3-4 porsi (3) dan 5 porsi (4). Berikut ini hasil yang dapat disajikan.

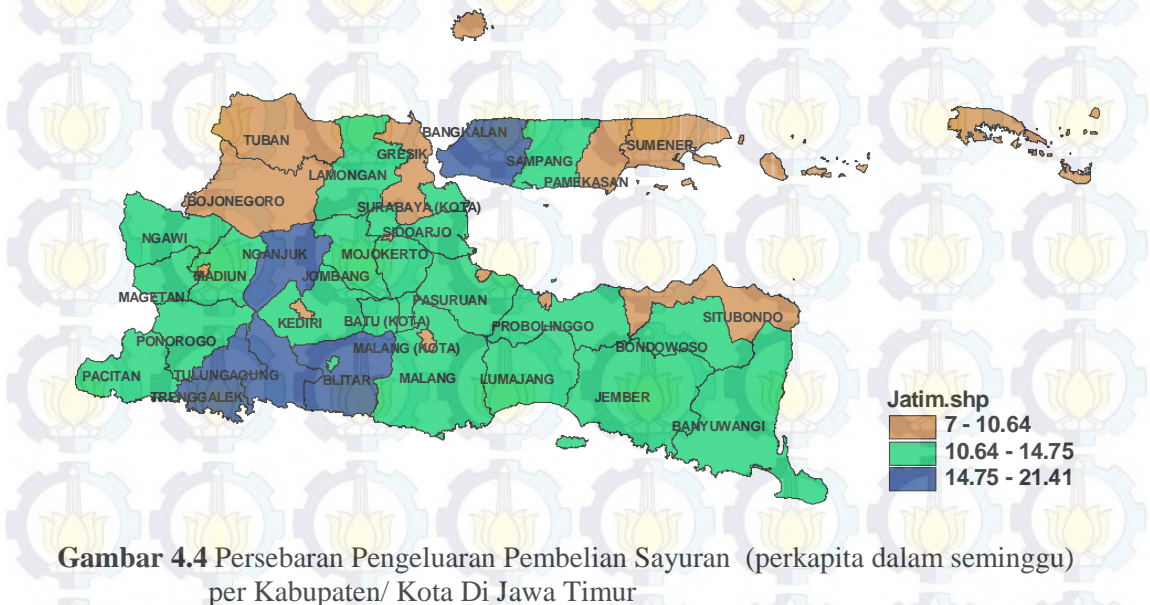


Gambar 4.2 Persebaran Proporsi Porsi Konsumsi Buah-buahan per Kabupaten/Kota Di Jawa Timur

Informasi yang didapat dari Gambar 4.2 adalah Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang proporsi porsi konsumsi buah tertinggi adalah 1-2 porsi yaitu sebanyak 20 Kabupaten/Kota. Sedangkan yang proporsi porsi konsumsi buah diatas sama dengan 5 porsi terdapat pada 11 Kabupaten/Kota yang meliputi Sidoarjo, Tuban, Gresik, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya dan Kota Batu. Kemudian ada 6 Kabupaten/Kota yang proporsi porsi tidak konsumsi buahnya tinggi yaitu Malang, Bondowoso, Situbondo, Bangkalan, Pamekasan dan Sumenep.

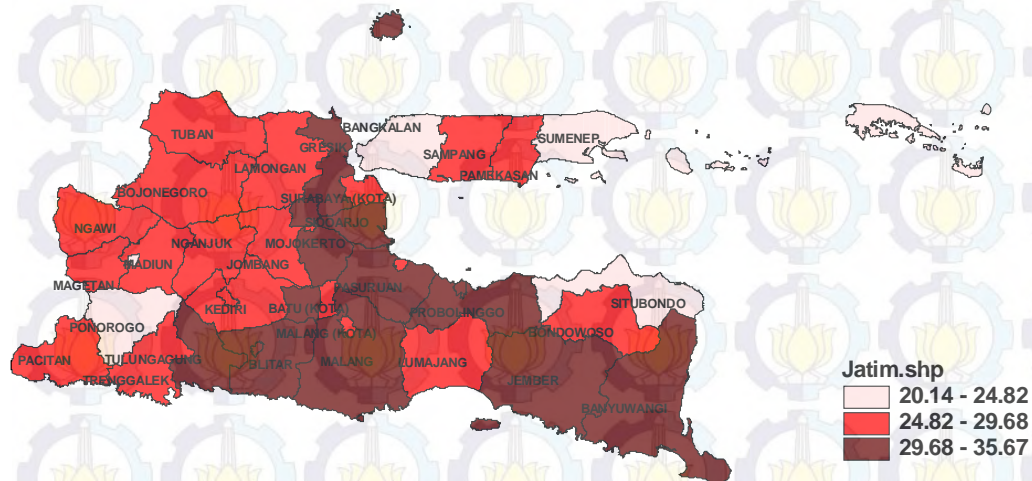


Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semua Kabupaten/Kota proporsi porsi konsumsi sayur sudah diatas sama dengan 5 porsi. Dapat disimpulkan bahwa 38 Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Timur tersebut mempunyai pola konsumsi sayuran yang tinggi. Selanjutnya untuk persebaran pengeluaran pembelian sayuran dan buah-buahan di masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa Timur dapat disajikan pada Gambar 4.4 dan 4.5.



Pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pengeluaran pembelian sayuran di Kabupaten/Kota di Jawa Timur dapat dikatakan sedang karena sebanyak 21

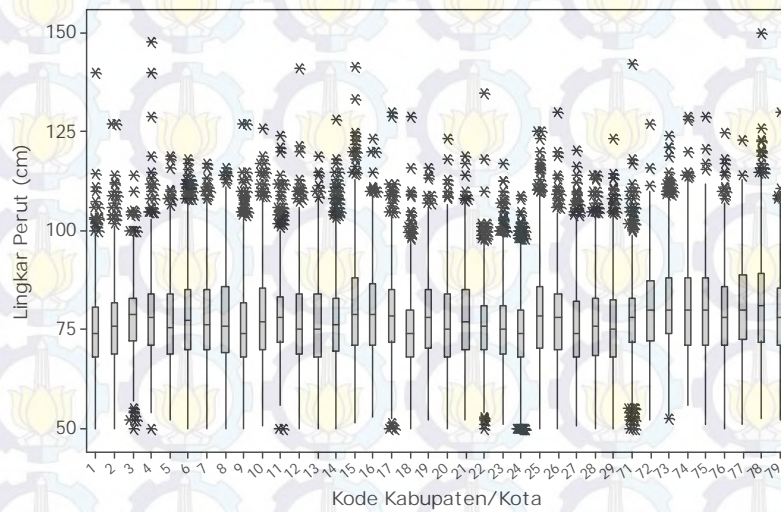
Kabupaten/Kota pengeluaran pembeliannya sedang dengan rentang 10,64 sampai 14,75 perkapita dalam seminggu. Sedangkan pengeluaran pembelian sayuran tertinggi pada Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Nganjuk, dan Kota Blitar. Serta 12 Kabupaten/Kota lainnya dengan pengeluaran pembelian sayuran yang rendah.



Gambar 4.5 Persebaran Pengeluaran Pembelian Buah (perkapita dalam seminggu) per Kabupaten/ Kota Di Jawa Timur

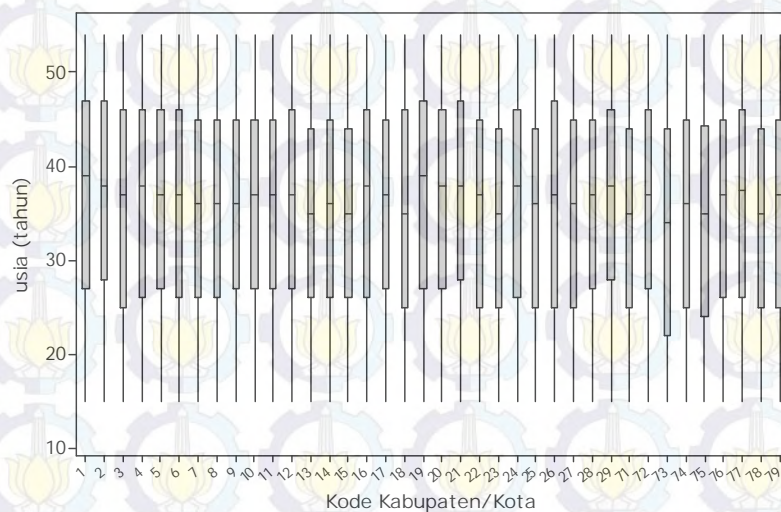
Gambar 4.5 tersebut dapat memberikan informasi Kabupaten/Kota mana saja di Jawa Timur yang pengeluaran pembelian buahnya tinggi, sedang dan rendah. Terlihat bahwa ada 5 Kabupaten/Kota yang pengeluaran pembelian buahnya rendah yaitu Ponorogo, Situbondo, Bangkalan, Sumanep dan Kota Madiun. Sedangkan pengeluaran pembelian buah yang tinggi tersebar di 13 Kabupaten/Kota di Jawa Timur dan sisanya 20 Kabupaten/Kota pengeluaran pembelian buahnya sedang dengan rentang 24,82 sampai 29,68 perkapita dalam seminggu.

Selain mengetahui rata-rata persebaran konsumsi buah dan sayuran serta rata-rata pengeluaran pembelian sayuran dan buah, maka dapat diperoleh informasi juga dari Gambar *Boxplot* pada masing-masing-masing variabel. *Boxplot* dapat membantu memahami karakteristik dari distribusi data, selain untuk melihat derajat penyebaran data (yang dapat dilihat dari tinggi/panjang boxplot) juga dapat digunakan untuk menilai kesimetrisan sebaran data. Berikut ini disajikan *box plot* pada masing-masing variabel.



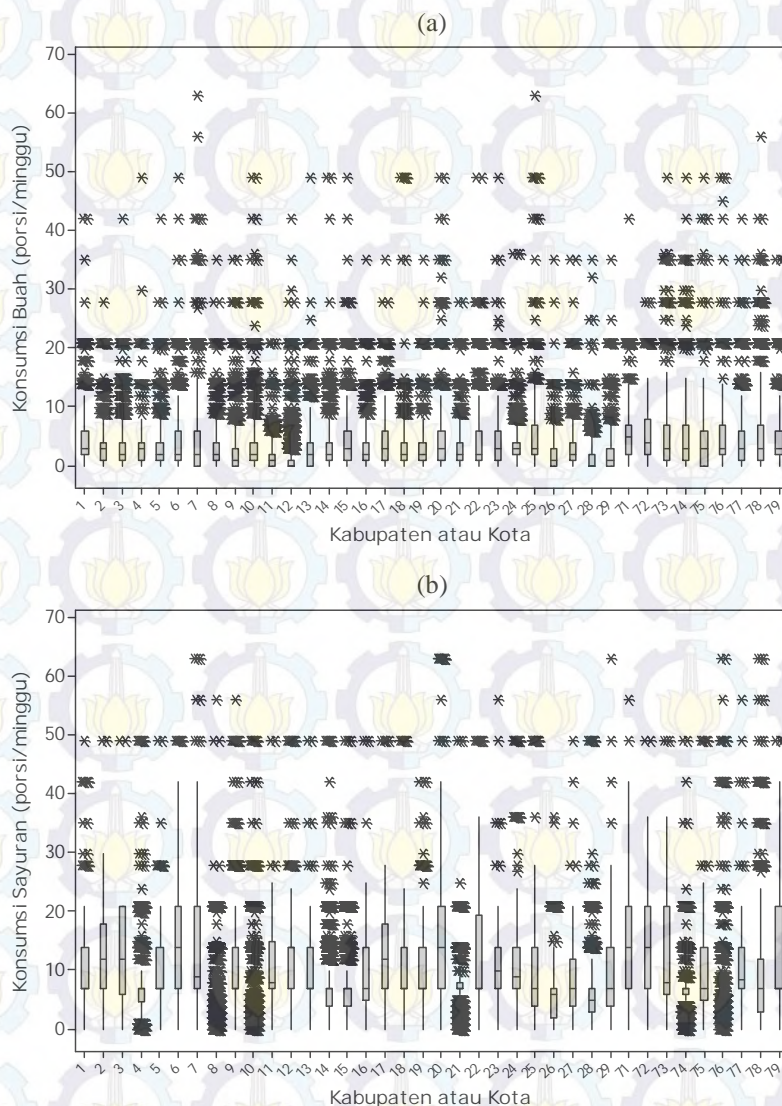
Gambar 4.6 *Boxplot* dari Variabel Lingkar Perut per Kabupaten/Kota Di Jawa Timur

Informasi yang diperoleh dari Gambar 4.6 diatas adalah masing-masing kabupaten/kota memiliki nilai median yang berbeda-beda yang menunjukkan data lingkar perut tersebut tidak simetris. Selain itu pada tiap kabupaten/kota terdapat *outlier* yang disebabkan oleh ketidaksimetrisan data tersebut.



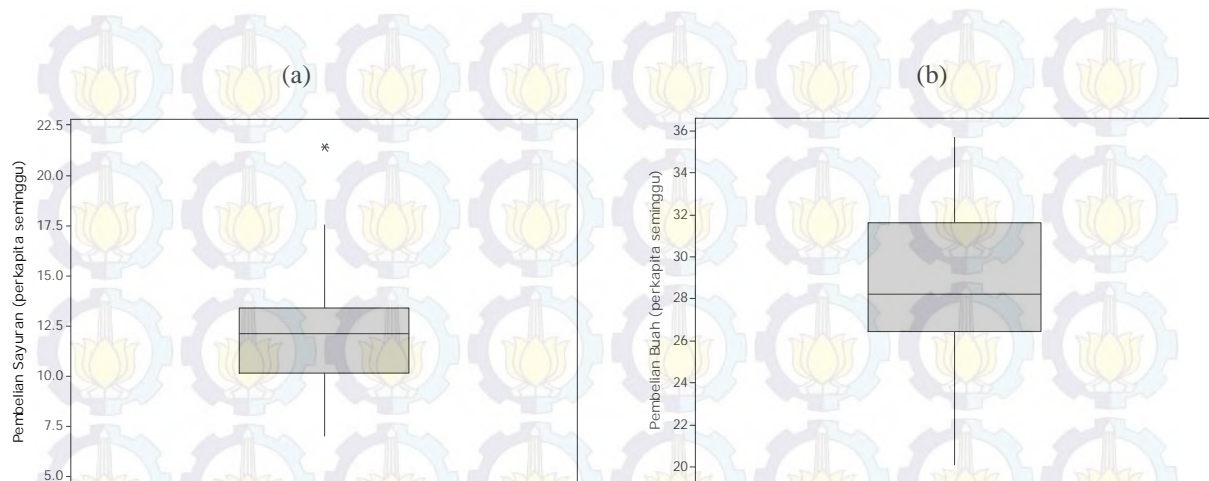
Gambar 4.7 *Boxplot* dari Variabel Usia per Kabupaten/Kota Di Jawa Timur

Gambar 4.7 diatas memberikan informasi bahwa pada masing-masing Kabupaten/Kota rata-rata memiliki garis median yang berada ditengah *box*, serta tidak terdapat nilai *outlier* sehingga data tersebut dapat dikatakan simetris.



Gambar 4.8 *Boxplot* dari Variabel Konsumsi Buah (a) dan Konsumsi Sayuran (b) per Kabupaten/Kota Di Jawa Timur

Pada Gambar 4.8 memberikan informasi bahwa data konsumsi buah dan sayuran pada masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur menunjukkan tidak simetris. Hal tersebut dibuktikan banyaknya *outlier* pada masing-masing kabupaten/kota dan juga dari garis median pada *box* tersebut tidak berada ditengah *box*. Misalnya pada Kabupaten Pacitan untuk variabel konsumsi buah-buahan diperoleh nilai median sebesar 3 ($Q_1=2$ dan $Q_3=6$) sedangkan untuk variabel konsumsi sayuran nilai mediannya diperoleh sebesar 7 ($Q_1=7$ dan $Q_3=14$) dengan $N=1065$.



Gambar 4.9 *Boxplot* dari Variabel Pengeluaran Pembelian Sayuran (a) dan Pembelian Buah (b) per Kabupaten/ Kota Di Jawa Timur

Informasi yang dapat diperoleh dari Gambar 4.9 diatas adalah baik untuk pengeluaran pembelian sayuran maupun buah menunjukkan data tidak simetris karena garis median kedua variabel tersebut tidak berada ditengah *box* serta pada pengeluaran pembelian sayuran terdapat data yang *outlier*. Untuk pengeluaran sayuran diperoleh nilai median sebesar 12,08 ($Q_1= 10,125$ dan $Q_3=13,3675$) dan untuk pengeluaran buah nilai mediannya sebesar 28,245 ($Q_1=26,4725$ dan $Q_3=31,6375$). Kedua variabel tersebut mempunyai N yang sama yaitu 38.

Dari Variabel-variabel yang sudah di diskripsikan diatas dapat dilanjutkan analisisnya dengan melakukan pemodelan lingkaran perut (obesitas sentral) dengan model linier hierarki pada 2 level. Level pertama tingkat individu di seluruh Jawa Timur, sedangkan untuk level keduanya pada tingkat kelompok yaitu Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Timur sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

4.2.2 Pemodelan Linier Hierarki pada Level 1

Model linier hierarki pada level 1 merupakan model pada data individu. Diketahui variabel respon yang digunakan adalah lingkaran perut (Y), sedangkan variabel prediktornya atau variabel yang diduga mempengaruhi variabel respon meliputi usia (X_1), konsumsi buah-buahan (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3).

Langkah pertama yang dilakukan ada menguji signifikansi model linier hierarki level 1 secara serentak dengan hipotesis yang digunakan adalah.

$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = 0$ (Parameter S_k tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \text{minimal ada satu } S_k \neq 0$ (Parameter S_k signifikan dalam model),

dimana $k = 1, 2, 3$

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter secara Serentak di Level 1

Kabupaten/Kota	F_{hitung}	$p\text{-value}$	Kabupaten/Kota	F_{hitung}	$p\text{-value}$
Pacitan	263.051	0.000	Magetan	84.470	0.000
Ponorogo	74.247	0.000	Ngawi	19.513	0.000
Trenggalek	621.609	0.000	Bojonegoro	441.962	0.000
Tulungagung	86.989	0.000	Tuban	151.949	0.000
Blitar	356.979	0.000	Lamongan	287.290	0.000
Kediri	171.082	0.000	Gresik	78.659	0.000
Malang	361.912	0.000	Bangkalan	110.654	0.000
Lumajang	189.622	0.000	Sampang	120.996	0.000
Jember	583.525	0.000	Pamekasan	19.652	0.000
Banyuwangi	237.333	0.000	Sumenep	65.342	0.000
Bondowoso	322.342	0.000	Kota Kediri	95.614	0.000
Situbondo	2.805	0.039	Kota Blitar	85.205	0.000
Probolinggo	351.610	0.000	Kota Malang	90.215	0.000
Pasuruan	201.300	0.000	Kota Probolinggo	66.036	0.000
Sidoarjo	102.369	0.000	Kota Pasuruan	139.746	0.000
Mojokerto	80.605	0.000	Kota Mojokerto	196.577	0.000
Jombang	233.559	0.000	Kota Madiun	12.711	0.000
Nganjuk	276.934	0.000	Kota Surabaya	385.187	0.000
Madiun	386.064	0.000	Kota Batu	54.043	0.000

Dengan tingkat signifikan sebesar 0,1, maka tolak H_0 apabila $p\text{-value} < 0,1$. Karena semua $p\text{-value}$ untuk pengujian serentak (Tabel 4.2) dimasing-masing kabupaten/kota tersebut bernilai $< 0,1$. Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian signifikansi secara serentak telah signifikan. Artinya parameter S_k signifikan dalam model. Setelah melakukan pengujian secara serentak, langkah selanjutnya melakukan pengujian signifikansi secara parsial, tujuannya untuk mengetahui apakah masing-masing parameter S_k yaitu S_1, S_2, S_3 juga signifikan. Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : S_k = 0$ (Parameter S_k tidak signifikan dalam model)

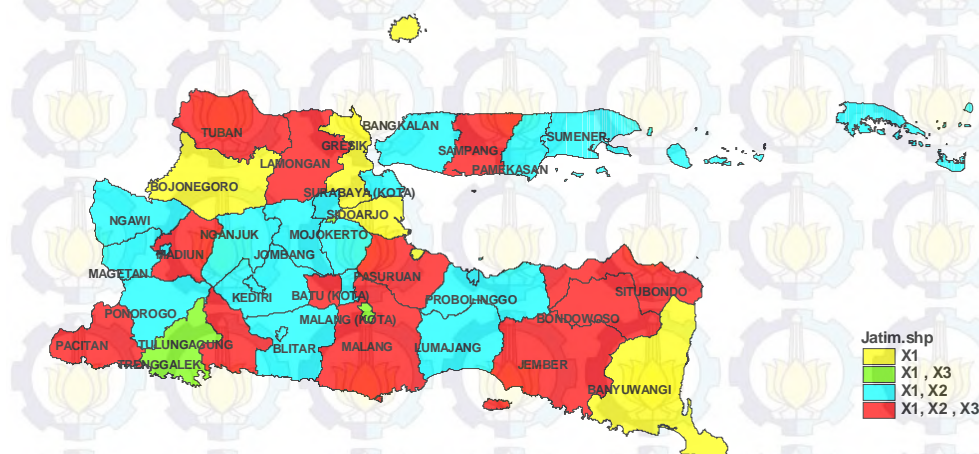
$H_1 : S_k \neq 0$ (Parameter S_k signifikan dalam model) ; dimana $k = 1, 2, 3$

Tabel 4.3 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter secara Parsial di Level 1

Kabupaten/Kota	S_0	S_1	S_2	S_3	R-Sq(%)
Pacitan	68.2518	0.1705	0.3037	-0.0754	42.65
Ponorogo	69.6572	0.1676	0.2018	-0.0154*	14.75
Trenggalek	70.7100	0.1861	0.0459*	0.0588	58.33
Tulungagung	68.3055	0.2729	0.3790	-0.1482	16.08
Blitar	66.5052	0.2663	0.2022	0.0427*	42.77
Kediri	66.5854	0.2935	0.1173	0.0569*	23.87
Malang	66.2479	0.2791	0.1836	0.0676	35.85
Lumajang	68.5389	0.2614	0.1807	-0.0287*	27.59
Jember	67.2867	0.2389	0.1987	-0.0694	46.93
Banyuwangi	66.4352	0.3232	0.0447*	0.0015*	29.45
Bondowoso	71.7859	0.1454	0.2339	0.0752	44.32
Situbondo	67.9662	0.1948	0.3245	0.0990	0.65
Probolinggo	67.1326	0.2164	0.4297	0.0437*	39.07
Pasuruan	66.1016	0.2587	0.2369	0.1023	25.06
Sidoarjo	66.5838	0.3863	0.0815*	-0.0428*	12.27
Mojokerto	66.4044	0.3200	0.3474	0.0383*	13.72
Jombang	67.0883	0.2896	0.3062	0.0097*	31.33
Nganjuk	67.3112	0.1829	0.1067	0.0319*	36.67
Madiun	68.5930	0.2709	0.3181	-0.1248	50.09
Magetan	67.9799	0.2370	0.1256	-0.0366*	16.58
Ngawi	66.2220	0.2958	0.3012	0.0044*	4.73
Bojonegoro	69.6541	0.1524	0.0753*	0.0465*	43.65
Tuban	67.3664	0.1863	0.1243	0.1112	20.55
Lamongan	64.5629	0.2422	0.1299	0.0534	34.07
Gresik	66.8274	0.3354	0.0252*	0.0282*	11.98
Bangkalan	68.5812	0.2264	0.3856	0.0569*	22.13
Sampang	68.2290	0.2289	0.1937	-0.1170	22.17
Pamekasan	68.4216	0.2106	0.4498	0.0005*	4.56
Sumenep	69.1440	0.1803	0.1447	-0.0185*	11.91
Kota Kediri	66.3832	0.2913	0.1897	0.0140*	19.74
Kota Blitar	66.8047	0.3471	0.1189	0.0242*	23.68
Kota Malang	69.1811	0.3669	0.0689*	-0.0595	14.86
Kota Probolinggo	65.1408	0.4184	0.1936	-0.0365*	16.45
Kota Pasuruan	66.2761	0.3806	0.0579*	0.0795*	29.92
Kota Mojokerto	65.2617	0.3522	0.0516*	0.0871	40.88
Kota Madiun	69.0229	0.3133	0.2031	-0.0180*	3.81
Kota Surabaya	67.5718	0.3781	0.0969	0.0194*	35.31
Kota Batu	66.8286	0.2865	0.2381	0.0580*	13.98

Keterangan : * p -value tidak signifikan dengan $\alpha = 10\%$

Tingkat signifikan yang digunakan untuk pengujian signifikansi parameter secara parsial adalah $\alpha = 0,1$. Tolak H_0 bila p -value (Lampiran 3) $< \alpha$. Diperoleh kesimpulan bahwa pada masing-masing kabupaten/kota mempunyai hasil signifikansi parameter yang berbeda. Sehingga untuk memudahkan interpretasi diringkas dan disajikan pada Gambar berikut ini.



Gambar 4.10 Persebaran Variabel yang Signifikan Mempengaruhi Lingkar Perut di Masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Dari Gambar 4.10 menunjukkan bahwa ada sebanyak 11 kabupaten/kota yang lingkar perutnya dipengaruhi oleh usia (X_1), konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3). Kemudian untuk 19 kabupaten/kota diketahui lingkar perut (Y) dipengaruhi oleh usia (X_1) dan konsumsi buah (X_2). Sedangkan sisanya 8 kabupaten/kota lainnya di Jawa Timur diperoleh hasil bahwa 3 kabupaten/kota lingkar perutnya dipengaruhi usia (X_1) dan konsumsi sayuran (X_3), dan sisanya 5 kabupaten/kota lainnya memberikan hasil bahwa hanya usia (X_1) yang mempengaruhi lingkar perut (Y). Untuk lebih jelasnya nama kabupaten/kota dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penjelasan Variabel yang Signifikan di Masing-masing Kabupaten/Kota

Kelompok	Variabel yang Signifikan	Nama Kabupaten/Kota
I	Usia (X_1)	Banyuwangi, Sidoarjo, Bojonegoro, Gresik, dan Kota Pasuruan
II	Usia (X_1) dan Konsumsi Sayuran (X_3)	Trenggalek, Kota Malang, dan Kota Mojokerto

Lanjutan Tabel 4.4 Penjelasan Variabel yang Signifikan di Masing-masing Kabupaten/Kota

Kelompok	Variabel yang Signifikan	Nama Kabupaten/Kota
III	Usia (X_1) dan Konsumsi Buah (X_2)	Ponorogo, Blitar, Kediri, Lumajang, Probolinggo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Magetan, Ngawi, Bangkalan, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Madiun, Kota Surabaya, dan Kota Batu
IV	Usia (X_1), Konsumsi Buah (X_2), Konsumsi Sayuran (X_3)	Pacitan, Tulungagung, Malang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Pasuruan, Madiun, Tuban, Lamongan, dan Sampang

Informasi yang dapat diperoleh dari Tabel 4.4 adalah tidak semua kabupaten/kota mempunyai variabel signifikan yang sama, sehingga peneliti akan menginterpretasikan hasil dimasing-masing variabel yang signifikan dan dibagi menjadi 4 kelompok.

- **Kelompok I** : Pada kelompok I memberikan informasi bahwa hanya 1 variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi variabel respon yaitu usia (X_1). Terdapat 5 kabupaten/kota yang variabel usia signifikan mempengaruhi variabel lingkaran perut. Namun dari kelima kabupaten/kota tersebut, Kabupaten Sidoarjo adalah kabupaten/kota yang mempunyai kontribusi terbesar dalam hal usia. Sehingga diperoleh model untuk Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{\text{Sidoarjo}} = 66,5838 + 0,3863X_1 + 0,0815X_2 - 0,0428X_3$$

Interpretasi Model :

- Setiap bertambahnya satu satuan variabel usia (X_1) akan meningkatkan nilai variabel lingkaran perut (Y) sebesar 0,3863 dengan asumsi variabel konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayur (X_3) adalah konstan.

Diperoleh nilai R^2 dari model sebesar 12,27%, artinya variabel bebas (usia, konsumsi buah, konsumsi sayur) mampu menerangkan atau memprediksi nilai variabel terikat (lingkaran perut) sebesar 12,27%. Sisanya 87,73% diterangkan oleh faktor-faktor lainnya.

- **Kelompok II** : Pada kelompok II diketahui variabel prediktor yaitu usia (X_1) dan konsumsi sayuran (X_2) yang signifikan mempengaruhi variabel prediktor

(lingkar perut). Kota Mojokerto merupakan kabupaten/kota yang mempunyai kontribusi terbesar dalam hal usia dan konsumsi sayuran dibandingkan kabupaten/kota lainnya, sehingga model yang terbentuk adalah

$$\hat{Y}_{\text{Kota Mojokerto}} = 65,2617 + 0,3522X_1 + 0,0516X_2 + 0,0871X_3$$

Interpretasi Model :

- Setiap bertambahnya satu satuan variabel usia (X_1) akan meningkatkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,3522 dengan asumsi variabel konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayur (X_3) adalah konstan.
- Setiap bertambahnya satu satuan variabel konsumsi sayuran (X_3) akan menaikkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,0871 dengan asumsi variabel usia (X_1) dan konsumsi buah (X_2) adalah konstan.

Diperoleh nilai R^2 dari model sebesar 40,88%, artinya variabel bebas (usia, konsumsi buah, konsumsi sayur) mampu menerangkan atau memprediksi nilai variabel terikat (lingkar perut) sebesar 40,88%. Sisanya 59,12% diterangkan oleh faktor-faktor lainnya.

- **Kelompok III** : Pada kelompok III hanya terdapat 2 variabel prediktor yang signifikan terhadap variabel respon yaitu variabel usia dan konsumsi buah. Dari 19 kabupaten/kota yang variabel usia dan konsumsi buahnya signifikan, Kabupaten Probolinggo yang mempunyai kontribusi usia dan konsumsi buah terbesar. Model yang terbentuk untuk Kabupaten Probolinggo adalah

$$\hat{Y}_{\text{Probolinggo}} = 67,1326 + 0,2164X_1 + 0,4297X_2 + 0,0437X_3$$

Interpretasi Model :

- Setiap bertambahnya satu satuan variabel usia akan meningkatkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,2164 dengan asumsi variabel konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3) konstan.
- Setiap bertambahnya satu satuan variabel konsumsi buah (X_2) akan meningkatkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,4297 dengan asumsi variabel usia (X_1) dan konsumsi sayuran (X_3) konstan.

Diperoleh nilai R^2 dari model sebesar 39,07%, artinya variabel bebas (usia, konsumsi buah, konsumsi sayur) mampu menerangkan atau memprediksi

nilai variabel terikat (lingkar perut) sebesar 39,07%. Sisanya 60,93% diterangkan oleh faktor-faktor lainnya.

- **Kelompok IV** : Pada kelompok IV diketahui bahwa semua variabel prediktor signifikan mempengaruhi variabel respon yaitu usia (X_1), konsumsi buah (X_2), dan konsumsi sayuran (X_3). Terdapat 11 kabupaten/kota yang semua variabel prediktornya signifikan mempengaruhi variabel respon. Namun dari 11 kabupaten/kota tersebut, Kabupaten Tulungagung adalah kabupaten/kota yang mempunyai kontribusi terbesar dalam hal usia, konsumsi buah, dan konsumsi sayuran. Sehingga diperoleh model sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{\text{Tulungagung}} = 68,305 + 0,2729X_1 + 0,3790X_2 - 0,1482X_3$$

Interpretasi Model :

- Setiap bertambahnya satu satuan variabel usia (X_1) akan meningkatkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,2729 dengan asumsi variabel konsumsi buah (X_2) dan konsumsi sayuran (X_3) konstan.
- Setiap bertambahnya satu satuan variabel konsumsi buah (X_2) akan meningkatkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,3790 dengan asumsi variabel usia (X_1) dan konsumsi sayuran konstan (X_3).
- Setiap bertambahnya satu satuan variabel konsumsi sayuran (X_3) akan menurunkan nilai variabel lingkar perut (Y) sebesar 0,1482 dengan asumsi variabel usia (X_1) dan konsumsi buah konstan (X_2).

Diperoleh nilai R^2 dari model sebesar 16,08%, artinya variabel bebas (usia, konsumsi buah, konsumsi sayur) mampu menerangkan atau memprediksi nilai variabel terikat (lingkar perut) sebesar 16,08%. Sisanya 83,92% diterangkan oleh faktor-faktor lainnya.

Setelah mengetahui variabel apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap lingkar perut dimasing-masing Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur yang dikelompokkan menjadi 4 kelompok. Selanjutnya menjelaskan hal-hal apa saja yang terkait mempengaruhi variabel-variabel tersebut signifikan dimasing-masing Kabupaten/Kota pada ke empat kelompok.

Kelompok 1 : terdiri dari Banyuwangi, Sidoarjo, Bojonegoro, Gresik dan Kota Pasuruan. Dimana 4 dari 5 daerah tersebut merupakan daerah pesisir yaitu

Banyuwangi, Sidoarjo, Gresik dan Kota Pasuruan. Obesitas yang dialami masyarakat di empat wilayah tersebut dipengaruhi oleh usia, seiring bertambahnya usia maka lingkaran perut seseorang semakin tinggi, artinya masyarakat yang tinggal dipesisir lebih konsumtif makan makanan yang banyak mengandung protein, dibandingkan mengkonsumsi buah ataupun sayuran. Sedangkan untuk Bojonegoro diharapkan lebih dilakukan penelitian lebih lanjut.

Kelompok 2 : terdiri dari Kabupaten Trenggalek, Kota Malang, dan kota Mojokerto. Ketiga daerah tersebut memiliki kesamaan yaitu merupakan daerah pegunungan. Masyarakat yang tinggal di daerah pegunungan lebih konsumtif untuk makan dengan sayuran, hal tersebut tidak lain karena sayuran lebih mudah didapatkan dan harganya terjangkau. Maka selain usia, konsumsi sayuran juga diduga berpengaruh terhadap lingkaran perut. Namun konsumsi sayur lebih banyak berkontribusi dalam mempengaruhi lingkaran perut seseorang pada daerah tersebut.

Kelompok 3 : Ada sebanyak 15 Kabupaten/Kota merupakan daerah pegunungan yaitu Ponorogo, Blitar, Kediri, Lumajang, Probolinggo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Magetan, Ngawi, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Madiun, dan Kota Batu. Dimana pada daerah tersebut yang memiliki kontribusi besar mempengaruhi lingkaran perut masyarakat sekitar adalah usia dan konsumsi buah. Artinya semakin bertambahnya usia makan semakin meningkat lingkaran perut seseorang, serta konsumsi buah lebih dominan berpengaruh dikarenakan akses untuk membeli ataupun mendapatkan buah untuk dikonsumsi lebih mudah dan murah. Sedangkan untuk 4 daerah lainnya yang merupakan daerah pesisir yaitu Bangkalan, Pamekasan, dan Sumenep serta Kota Surabaya yang merupakan daerah perkotaan besar perlu dikaji kembali untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi lingkaran perut selain usia. Karena kemungkinan untuk daerah pesisir makanan yang mengandung protein lebih memberikan kontribusi besar untuk mempengaruhi lingkaran perut. Serta untuk Kota Surabaya lebih dikaji mengenai gaya hidup ataupun aktivitas fisik seseorang apakah mempunyai pengaruh terhadap lingkaran perut.

Kelompok 4 : Pacitan, Tulungagung, Malang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Pasuruan, dan Madiun tergolong daerah pegunungan atau bisa dikatakan merupakan daerah dataran tinggi yang memiliki tanah cukup subur

untuk bercocok tanam (pertanian maupun perkebunan) buah dan sayur. Sehingga selain faktor usia, konsumsi buah dan sayuran memiliki kontribusi besar mempengaruhi lingkar perut masyarakat sekitar. Karena akses untuk mendapatkan dan membeli buah atau sayuran di daerah tersebut lebih mudah, bisa dikatakan harganya juga terjangkau sehingga masyarakat lebih sering mengkonsumsinya. Karena semakin banyak mengkonsumsi buah dan sayuran maka lingkar perut seseorang tidak mengalami kenaikan, sehingga makin rendah masyarakat yang mengalami obesitas. Sedangkan untuk daerah Tuban, Lamongan dan Sampang harus lebih dikaji kembali mengenai faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap lingkar perut. Karena ketiga daerah tersebut selain usia ada faktor lain yang berpengaruh terhadap lingkar perut seperti gaya hidup ataupun aktivitas fisik yang ditunjang oleh keadaan geografis daerah-daerah tersebut.

4.2.3 Pemodelan Linier Hierarki pada Level 2

Langkah-langkah yang dilakukan pada pemodelan linier hierarki level 2 sama dengan pemodelan linier hierarki level 1. Hal yang pertama dilakukan adalah pengujian signifikansi secara serentak dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$H_0 : x_l = x_2 = 0$ (Parameter x_l tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \text{minimal ada satu } x_l \neq 0$ (Parameter x_l signifikan dalam model),

dimana $l = 1, 2$

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter secara Serentak di Level 2

Respon	F_{hitung}	$p\text{-value}$
S_{0j}	1037.081	0.000
S_{1j}	16.633	0.000
S_{2j}	1.385	0.264
S_{3j}	0.095	0.910

Tingkat signifikan yang digunakan sebesar $\alpha = 10\%$. Tolak H_0 apabila $p\text{-value} < \alpha$. Pada Tabel 4.5 diketahui bahwa tidak semua $p\text{-value}$ untuk pengujian serentak dimasing-masing respon bernilai $< 0,1$. Hanya pada respon S_{0j} dan S_{1j} yang pengujian signifikansi secara serentak telah signifikan. Artinya parameter x_l signifikan dalam model pada respon S_{0j} dan S_{1j} .

Setelah melakukan pengujian secara serentak, langkah selanjutnya melakukan pengujian signifikansi secara parsial, tujuannya untuk mengetahui apakah masing-masing parameter x_l yaitu x_1, x_2 juga signifikan. Hipotesis yang digunakan adalah.

$H_0 : x_l = 0$ (Parameter x_l tidak signifikan dalam model)

$H_1 : x_l \neq 0$ (Parameter x_l signifikan dalam model)

dimana $l = 1, 2$

Tabel 4.6 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial di Level 2

Respon	x_0	x_1	x_2	R-Sq(%)
S_{0j}	72,022	0,108*	-0,202	98,34
S_{1j}	0,049*	-0,007	0,011	48,73
S_{2j}	0,277*	0,007*	-0,006*	7,33
S_{3j}	0,012*	0,001*	0,001*	0,54

Keterangan : * p -value tidak signifikan pada $\alpha = 10\%$

Tingkat signifikan yang digunakan adalah $\alpha = 0,1$ pada pengujian signifikansi parameter secara parsial. Dengan keputusan Tolak H_0 apabila p -value $< \alpha$, maka p -value yang sudah diperoleh (Lampiran 4), diperoleh hasil bahwa tidak semua parameter signifikan. Dapat diinformasikan bahwa pada respon S_{1j} yang menyatakan variabel usia dipengaruhi oleh pengeluaran pembelian sayuran (Z_1) dan pengeluaran pembelian buah-buahan (Z_2). Sehingga diperoleh model HLM level 2 sebagai berikut.

$$\hat{S}_{0j} = 72,022 + 0,108Z_1 - 0,202Z_2 ; \hat{S}_{1j} = 0,049 - 0,007Z_1 + 0,011Z_2$$

$$\hat{S}_{2j} = 0,277 + 0,007Z_1 - 0,006Z_2 ; \hat{S}_{3j} = 0,012 + 0,001Z_1 + 0,001Z_2$$

Maka hasil model linier hierarki gabungan level 1 dan level 2 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{ij} = & 72,022 + 0,049(X_{1ij}) + 0,277(X_{2ij}) + 0,012(X_{3ij}) + 0,108(Z_{1j}) - 0,007(X_{1ij} * Z_{1j}) \\ & + 0,007(X_{2ij} * Z_{1j}) + 0,001(X_{3ij} * Z_{1j}) - 0,202(Z_{2j}) + 0,011(X_{1ij} * Z_{2j}) \\ & - 0,006(X_{2ij} * Z_{2j}) + 0,001(X_{3ij} * Z_{2j}) \end{aligned}$$

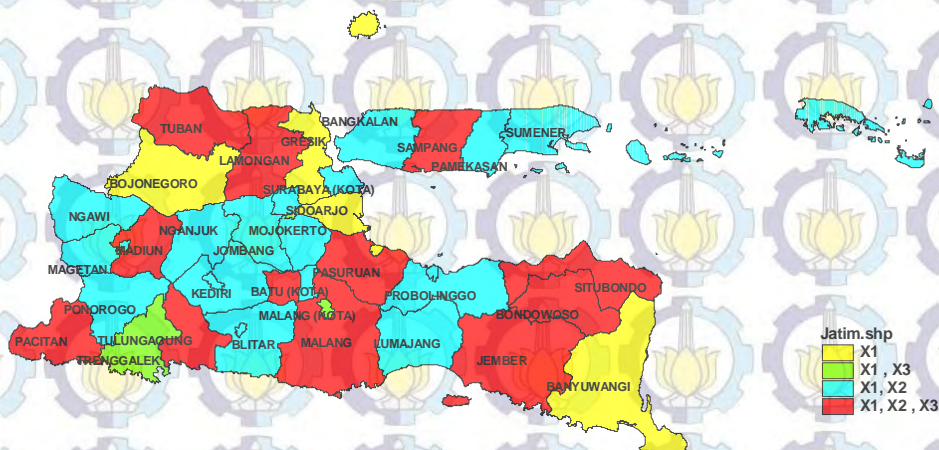
BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Estimasi parameter yang sudah diperoleh untuk pemodelan linier hierarki dengan pendekatan *Generalized Least Square* adalah pada level 1 diperoleh estimasi parameternya adalah $\hat{\beta} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}y$ dimana X adalah matriks yang berisi *fixed variable* di level 1 dan V^{-1} merupakan matriks diagonal yang berelemenkan nilai-nilai pembobot dari residual level 1. Sedangkan estimasi parameter pada level 2 diperoleh $\hat{\gamma} = (Z'V^{-1}Z)^{-1}Z'V^{-1}y$ dimana Z adalah matriks yang berisi *fixed variable* di level 2 dan V^{-1} merupakan matriks diagonal yang berelemenkan nilai-nilai pembobot dari residual level 2.
2. Hasil yang diperoleh setelah menerapkan pendekatan *Generalized Least Square* pada pemodelan linier hierarki untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lingkaran perut adalah untuk level 1 (individu) diperoleh hasil tiap masing-masing kabupaten/kota mempunyai variabel signifikan yang berbeda-beda seperti gambar berikut ini.



Gambar 5.1 Persebaran Variabel yang Signifikan Mempengaruhi Lingkaran Perut di Masing-masing Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Sedangkan untuk hasil model linier hierarki 2 level (kelompok) variabel yang signifikan mempengaruhi lingkaran perut adalah variabel usia, dimana usia tersebut dipengaruhi oleh pengeluaran pembelian sayuran dan buah-buahan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang diperoleh, saran yang dapat diberikan adalah

1. Penelitian ini terbatas pada penggunaan model linier hierarki level-2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan pemodelan linier hierarki level-3 yaitu level 1 pada individu, level 2 pada tingkat Kabupaten/Kota dan level 3 pada tingkat Kecamatan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap lingkaran masing-masing individu di tingkat Kecamatan.
2. Bagi pemerintah hendaknya makin meningkatkan promosi pola hidup sehat dan keluarga sadar gizi sebagai upaya pencegahan obesitas sentral
3. Penambahan variabel yang diduga mempengaruhi lingkaran perut seperti gaya hidup (pola hidup), aktivitas fisik, konsumsi makanan/minuman manis dan konsumsi makanan yang mengandung protein ataupun lemak.
4. Perlu diteliti lebih lanjut atau dikaji kembali mengenai pendataan datanya, apakah sudah representatif ataupun sudah valid.
5. Pemilihan metode pengukuran yang digunakan untuk penelitian lebih diperhatikan, seperti pemilihan metode kualitatif atau kuantitatif. Pada penelitian ini konsumsi sayuran dan buah hanya mengukur frekuensi konsumsi dan banyak porsi yang dikonsumsi, sementara berat sayuran dan buah yang dikonsumsi tidak diukur. Padahal kandungan serat dalam sayuran dan buah penting kontribusinya terhadap kejadian obesitas sentral.

Lampiran 1. Data Penelitian yang Digunakan pada Model HLM Level 1

Nama Kabupaten/Kota	Individu	Variabel Dependen (Y)	Variabel Independen level 1		
			X_1	X_2	X_3
Pacitan	1	50	17	2	14
	2	52,2	42	0	14
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1065	140	50	3	3
Ponorogo	1	50	54	3	6
	2	50	49	2	7
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1291	127	19	2	14
Trenggalek	1	50	45	2	21
	2	52	28	2	21
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1336	114	45	12	6
Tulungagung	1	50	15	1	3
	2	54	16	1	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1366	148	44	3	7
Blitar	1	52	19	3	7
	2	53,5	16	6	2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1437	119	46	4	14
Kediri	1	50	19	18	49
	2	52	16	1	7
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1641	118	46	6	21
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kota Surabaya	1	52,5	16	4	0
	2	55	48	2	5
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	2121	150	43	3	14
Kota Batu	1	52	19	3	7
	2	55	19	9	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	1002	130	44	7	7

Keterangan :

Y : Lingkar Perut (cm)

X_1 : Usia (tahun)

X_2 : Konsumsi Buah-buahan (porasi dalam seminggu)

X_3 : Konsumsi Sayuran (porasi dalam seminggu)

Lampiran 2. Data Penelitian yang Digunakan pada Model HLM Level 2

Nama Kabupaten/Kota	Variabel Respon				Variabel Prediktor	
	S_0	S_1	S_2	S_3	Z_1	Z_2
Pacitan	68.2518	0.1705	0.3037	-0.0754	12,46	26,49
Ponorogo	69.6572	0.1676	0.2018	-0.0154	12,77	22,12
Trenggalek	70.7100	0.1861	0.0459	0.0588	17,52	29,22
Tulungagung	68.3055	0.2729	0.3790	-0.1482	15,48	32,45
Blitar	66.5052	0.2663	0.2022	0.0427	16,86	32,72
Kediri	66.5854	0.2935	0.1173	0.0569	13,81	28,5
Malang	66.2479	0.2791	0.1836	0.0676	14,48	34,88
Lumajang	68.5389	0.2614	0.1807	-0.0287	12,33	27,15
Jember	67.2867	0.2389	0.1987	-0.0694	11,43	31,43
Banyuwangi	66.4352	0.3232	0.0447	0.0015	13,02	31,9
Bondowoso	71.7859	0.1454	0.2339	0.0752	13,1	26,9
Situbondo	67.9662	0.1948	0.3245	0.0990	10,16	22,71
Probolinggo	67.1326	0.2164	0.4297	0.0437	11,96	30,5
Pasuruan	66.1016	0.2587	0.2369	0.1023	12,03	32,08
Sidoarjo	66.5838	0.3863	0.0815	-0.0428	11,72	34,37
Mojokerto	66.4044	0.3200	0.3474	0.0383	12,52	33,74
Jombang	67.0883	0.2896	0.3062	0.0097	11,77	26,41
Nganjuk	67.3112	0.1829	0.1067	0.0319	16,34	29,26
Madiun	68.5930	0.2709	0.3181	-0.1248	11,66	27,73
Magetan	67.9799	0.2370	0.1256	-0.0366	12,83	27,28
Ngawi	66.2220	0.2958	0.3012	0.0044	14,12	27,1
Bojonegoro	69.6541	0.1524	0.0753	0.0465	10,24	25,47
Tuban	67.3664	0.1863	0.1243	0.1112	8,58	27,57
Lamongan	64.5629	0.2422	0.1299	0.0534	13,22	26,42
Gresik	66.8274	0.3354	0.0252	0.0282	9,76	35,67
Bangkalan	68.5812	0.2264	0.3856	0.0569	21,41	23,21
Sampang	68.2290	0.2289	0.1937	-0.1170	11,19	26,13
Pamekasan	68.4216	0.2106	0.4498	0.0005	7,91	26,88
Sumenep	69.1440	0.1803	0.1447	-0.0185	9,49	20,14
Kota Kediri	66.3832	0.2913	0.1897	0.0140	10,64	29,68
Kota Blitar	66.8047	0.3471	0.1189	0.0242	14,75	31,56
Kota Malang	69.1811	0.3669	0.0689	-0.0595	9,96	29,48
Kota Probolinggo	65.1408	0.4184	0.1936	-0,0365	10,02	31,87
Kota Pasuruan	66.2761	0.3806	0.0516	0.0795	8,41	28,83
Kota Mojokerto	65.2617	0.3522	0.2031	0.0871	7	26,63
Kota Madiun	69.0229	0.3133	0.0969	0.0194	8,02	24,82
Kota Surabaya	67.5718	0.3781	0.0969	0.0194	12,72	27,99
Kota Batu	66.8286	0.2865	0.2381	0.0580	12,13	29,65

Lampiran 3. *P-value* pada masing-masing Parameter Model HLM Level 1

No	Kode	Nama Kabupaten/Kota	<i>P-value</i>			
			S_0	S_1	S_2	S_3
1	3501	Pacitan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0742
2	3502	Ponorogo	0.0000	0.0000	0.0056	0.7159
3	3503	Trenggalek	0.0000	0.0000	0.3861	0.0503
4	3504	Tulungagung	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014
5	3505	Blitar	0.0000	0.0000	0.0043	0.3610
6	3506	Kediri	0.0000	0.0000	0.0097	0.1167
7	3507	Malang	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060
8	3508	Lumajang	0.0000	0.0000	0.0029	0.6454
9	3509	Jember	0.0000	0.0000	0.0005	0.0640
10	3510	Banyuwangi	0.0000	0.0000	0.2442	0.9700
11	3511	Bondowoso	0.0000	0.0000	0.0381	0.0906
12	3512	Situbondo	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211
13	3513	Probolinggo	0.0000	0.0000	0.0000	0.3036
14	3514	Pasuruan	0.0000	0.0000	0.0002	0.0645
15	3515	Sidoarjo	0.0000	0.0000	0.1229	0.2668
16	3516	Mojokerto	0.0000	0.0000	0.0000	0.4470
17	3517	Jombang	0.0000	0.0000	0.0000	0.7925
18	3518	Nganjuk	0.0000	0.0000	0.0254	0.4283
19	3519	Madiun	0.0000	0.0000	0.0002	0.0028
20	3520	Magetan	0.0000	0.0000	0.0451	0.1832
21	3521	Ngawi	0.0000	0.0000	0.0001	0.9451
22	3522	Bojonegoro	0.0000	0.0000	0.1296	0.1100
23	3523	Tuban	0.0000	0.0000	0.0082	0.0019
24	3524	Lamongan	0.0000	0.0000	0.0367	0.0708
25	3525	Gresik	0.0000	0.0000	0.6174	0.4648
26	3526	Bangkalan	0.0000	0.0000	0.0002	0.3451
27	3527	Sampang	0.0000	0.0000	0.0050	0.0269
28	3528	Pamekasan	0.0000	0.0000	0.0000	0.9916
29	3529	Sumenep	0.0000	0.0000	0.0751	0.6735
30	3571	Kota Kediri	0.0000	0.0000	0.0005	0.6556
31	3572	Kota Blitar	0.0000	0.0000	0.0706	0.6408
32	3573	Kota Malang	0.0000	0.0000	0.1631	0.0850
33	3574	Kota Probolinggo	0.0000	0.0000	0.0002	0.6140
34	3575	Kota Pasuruan	0.0000	0.0000	0.2219	0.1285
35	3576	Kota Mojokerto	0.0000	0.0000	0.5584	0.0595
36	3577	Kota Madiun	0.0000	0.0000	0.0023	0.7461
37	3578	Kota Surabaya	0.0000	0.0000	0.0366	0.5834
38	3579	Kota Batu	0.0000	0.0000	0.0001	0.1225

Lampiran 4. *P-value* pada masing-masing Parameter Model HLM Level 2

Respon	<i>P-value</i>		
	X_{00}	X_{01}	X_{02}
S_0	0.000	0.203	0.002
S_1	0.580	0.045	0.000
S_2	0.112	0.274	0.272
S_3	0.902	0.723	0.852

Lampiran 5. Hasil untuk Pengujian Homogenitas

Kode	Nama Kab/Kota	p-value	Kesimpulan
1	Pacitan	0.1666	Identik
2	Ponorogo	0.2158	Identik
3	Trenggalek	0.1467	Identik
4	Tulungagung	0.1585	Identik
5	Blitar	0.0001	Tidak Identik
6	Kediri	0.0003	Tidak Identik
7	Malang	0.0004	Tidak Identik
8	Lumajang	0.0000	Tidak Identik
9	Jember	0.0001	Tidak Identik
10	Banyuwangi	0.0010	Tidak Identik
11	Bondowoso	0.2114	Identik
12	Situbondo	0.0432	Tidak Identik
13	Probolinggo	0.0004	Tidak Identik
14	Pasuruan	0.0391	Tidak Identik
15	Sidoarjo	0.0359	Tidak Identik
16	Mojokerto	0.0302	Tidak Identik
17	Jombang	0.0008	Tidak Identik
18	Nganjuk	0.0081	Tidak Identik
19	Madiun	0.3166	Identik
20	Magetan	0.0530	Tidak Identik
21	Ngawi	0.0083	Tidak Identik
22	Bojonegoro	0.2920	Identik
23	Tuban	0.0056	Tidak Identik
24	Lamongan	0.0287	Tidak Identik
25	Gresik	0.0308	Tidak Identik
26	Bangkalan	0.0000	Tidak Identik
27	Sampang	0.0007	Tidak Identik
28	Pamekasan	0.0101	Tidak Identik
29	Sumenep	0.0047	Tidak Identik
71	Kota Kediri	0.4642	Identik
72	Kota Blitar	0.0101	Tidak Identik
73	Kota Malang	0.1836	Identik
74	Kota Probolinggo	0.0001	Tidak Identik
75	Kota Pasuruan	0.0079	Tidak Identik
76	Kota Mojokerto	0.0234	Tidak Identik
77	Kota Madiun	0.5640	Identik
78	Kota Surabaya	0.8550	Identik
79	Kota Batu	0.0436	Tidak Identik

Lampiran 6. *Syntax* yang Digunakan pada *Software R* untuk Pengujian Homogenitas

```
library(lmtest)
datagls=read.csv("D:/Documents/MATLAB/datagls.csv",header=TRUE,sep=";")
alpha=0.1

Hasil.BP.test=data.frame()
kota=sort(unique(datagls[,1])) #Memisahkan kota
colnames(Hasil.BP.test)=c('Kode.Kota/Kab','P.value','Varians-Error')
for (i in 1:length(kota))
{
  tes.bp=lm(Y~X1+X2+X3,data=datagls[which(datagls$ID==kota[i]),])
  Hasil.BP.test[i,1]=kota[i]
  Hasil.BP.test[i,2]=bptest(tes.bp)$p.value
  if (Hasil.BP.test[i,2]>alpha)
  {
    Hasil.BP.test[i,3]="Identik"
  }
  else
  {
    Hasil.BP.test[i,3]="Tidak Identik"
  }
}
Hasil.BP.test
table(Hasil.BP.test[,3])
```


Lampiran 7. Syntax yang Digunakan pada Software Matlab untuk Analisis HLM

```
function glsmasnatul
clear;
clc;

format shortG
data=xlsread('datagls.xlsx');
id=data(:,1);
y=data(:,2);
x1=data(:,3);
x2=data(:,4);
x3=data(:,5);
z1=data(:,6);
z2=data(:,7);

p=3;
n=length(y);
kota=unique(id);
for i=1:length(kota)
    k = kota(i);
    satu = find(id==k);
    Z1(i)= z1(satu(1));
    Z2(i)= z2(satu(1));
end
b_L1=[];
b_L2=[];

for i=1:length(kota)
    k = kota(i);
    X = [ones(size(x1(find(id==k)))) x1(find(id==k)) x2(find(id==k)) x3(find(id==k))];
    [b_awal] = lscov(X,y(find(id==k)));
    yhat = X*b_awal;
    res = y(find(id==k))-yhat;
    ln_e2 = log(res.^2);
    [b_res] = lscov(X,ln_e2);
    weight = exp(X*b_res).^0.5;
    V = 1./(weight.^2);
    [b_gls,se_gls,mseg] = lscov(X,y(find(id==k)),V);

    %Menghitung ANOVA
    dfreg = p;
    dferror = length(find(id==k))-p-1;
    p_inv = diag(V.^0.5);
    Q = p_inv*X;
    y_gls = p_inv*y(find(id==k));
    SSR = (b_gls'*Q*y_gls)-(length(find(id==k))*(mean(y_gls)^2));
    SSE = (y_gls'*y_gls)-(b_gls'*Q*y_gls);
    SST = (y_gls'*y_gls)-(length(find(id==k))*(mean(y_gls)^2));
    MSR = SSR/dfreg;
    MSE = SSE/dferror;
    F = MSR/MSE;
    pvalF = 1-fcdf(F,dfreg,dferror);
    RSq = 1-(SSE/SST);
    t = b_gls./se_gls;
    pvalue = 2*(1-tcdf(abs(t),dferror));
    fits = X*b_gls;
    b_L1(i,:) = [k b_gls' pvalue' SSR SSE SST MSR MSE F pvalF RSq];
end
```


Lanjutan Lampiran 7. Syntax yang Digunakan pada Software Matlab untuk Analisis HLM

```

B = [b_L1(:,2) b_L1(:,3) b_L1(:,4) b_L1(:,5)];
clc;

for i=1:4
    X = [ones(size(kota)) Z1' Z2'];
    [b_awal] = lscov(X,B(:,i));
    yhat = X*b_awal;
    res = B(:,i)-yhat;
    ln_e2 = log(res.^2);
    [b_res] = lscov(X,ln_e2);
    weight = exp(X*b_res).^0.5;
    V = 1./(weight.^2);
    [b_gls,se_gls,mseg] = lscov(X,B(:,i),V);

    %Menghitung ANOVA
    dfreg = 2;
    dferror = length(kota)-2-1;
    p_inv = diag(V.^0.5);
    Q = p_inv*X;
    y_gls = p_inv*B(:,i);
    SSR = (b_gls'*Q'*y_gls)-(length(kota)*(mean(y_gls)^2));
    SSE = (y_gls'*y_gls)-(b_gls'*Q'*y_gls);
    SST = (y_gls'*y_gls)-(length(kota)*(mean(y_gls)^2));
    MSR = SSR/dfreg;
    MSE = SSE/dferror;
    F = MSR/MSE;
    pvalF = 1-fcdf(F,dfreg,dferror);
    RSq = 1-(SSE/SST);
    t = b_gls./se_gls;
    pvalue = 2*(1-tcdf(abs(t),dferror));
    fits = X*b_gls;
    b_L2(i,:) = [i-1 b_gls' pvalue' SSR SSE SST MSR MSE F pvalF RSq];
end

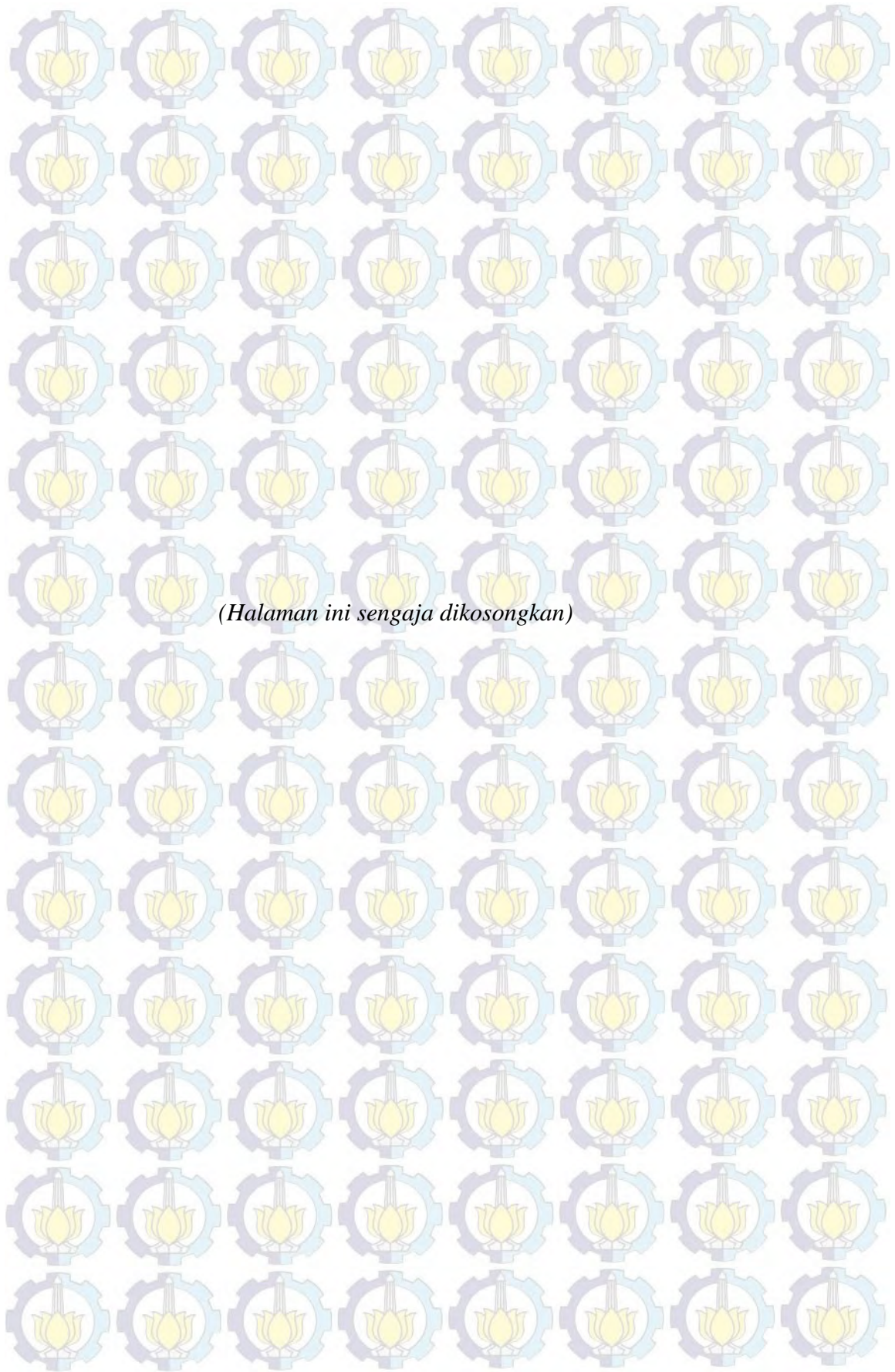
%Tampilan Hiasan :
fprintf('*****#\n')
fprintf('#          Beta Hasil GLS untuk Y dengan X1 X2 X3          #\n')
fprintf('*****#\n')
fprintf('# Hipotesis Uji Serentak :          #\n')
fprintf('# H0 : Semua parameter Beta tidak signifikan          #\n')
fprintf('# H1 : Minimal ada satu parameter Beta yang signifikan          #\n')
fprintf('#-----#\n')
fprintf('#      MSR      MSE      F      P-Value      #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp([b_L1(:,1) b_L1(:,13:16)])
fprintf('#-----#\n')
fprintf('# Hipotesis Uji Parsial :          #\n')
fprintf('# H0 : Beta-j sama dengan nol (tidak signifikan)          #\n')
fprintf('# H1 : Beta-j tidak sama dengan nol (signifikan)          #\n')
fprintf('#-----#\n')
fprintf('# ID Kota/Kab      Beta0      Beta1      Beta2      Beta3      #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp(b_L1(:,1:5))
fprintf('#-----#\n')
fprintf('#      Sig.B0      Sig.B1      Sig.B2      Sig.B3      R-Sq      #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp([b_L1(:,6:9) b_L1(:,17)*100])

```


Lanjutan Lampiran 7. Syntax yang Digunakan pada Software Matlab untuk Analisis HLM

```
%Tampilan Hiasan :
fprintf('#*****#\n')
fprintf('#          Beta Hasil GLS untuk B dengan Z1 Z2          #\n')
fprintf('#*****#\n')
fprintf('# Hipotesis Uji Serentak :          #\n')
fprintf('# H0 : Semua parameter Beta tidak signifikan          #\n')
fprintf('# H1 : Minimal ada satu parameter Beta yang signifikan          #\n')
fprintf('#-----#\n')
fprintf('#          Beta          MSR          MSE          F          P-Value          #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp([b_L2(:,1) b_L2(:,11:14)])
fprintf('#-----#\n')
fprintf('# Hipotesis Uji Parsial :          #\n')
fprintf('# H0 : Beta-j sama dengan nol (tidak signifikan)          #\n')
fprintf('# H1 : Beta-j tidak sama dengan nol (signifikan)          #\n')
fprintf('#-----#\n')
fprintf('#          B          BetaZ0          BetaZ1          BetaZ2          #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp(b_L2(:,1:4))
fprintf('#-----#\n')
fprintf('#          Sig.BZ0          Sig.BZ1          Sig.BZ2          R-Sq          #\n')
fprintf('#-----#\n')
disp([b_L2(:,5:7) b_L2(:,15)*100])

xlswrite('beta_level1.xlsx',b_L1)
xlswrite('beta_level2.xlsx',b_L2)
```

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, M., dan Wirjatmadi, B. (2012), *Pengantar Gizi Masyarakat*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Alaba, O.O., E.O. Olubusage, dan S.O. Ojo. (2010), "Efficiency of Seemingly Unrelated Regression Estimator Over The Ordinary Least Square", *European Journal of Scientific Research*, Vol. 39, No.1, pp.153-160.
- Alves, L., Silva, S., Severo, M., Costa, D., Pina, M.F., Barros, H., Azevedo, A. (2013), "Association Between Neighborhood Deprivation and Fruits and Vegetables Consumption and Leisure-Time Physical Activity: A Cross-Sectional Multilevel Analysis". *BMC Public Health*, Vol. 13, pp 1-12.
- Burhan, FZ., Sirajuddin, S., dan Indriasari, R. (2013), *Pola Konsumsi Terhadap Kejadian Obesitas Sentral pada Pegawai Pemerintahan Di Kantor Bupati Kabupaten Jeneponto*. Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Universitas Hasanuddin Makasar.
- Caballero, B. (2005), "Nutrition Paradox-Underweight and Obesity in Developing Countries", *N Engl. J.Med.* 352;15.
- Dewi, Anastia. (2008), *Estimasi Parameter*, FMIPA: Universitas Indonesia.
- Draper, N., dan Smith. (1992), *Analisis Regresi Terapan*, Edisi ke 2, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Galaviz, K.L., Tremblay, M.S., Colley, R., Jauregui, D., Taylor, J.L.Y., Janssen, I. (2012), "Associations between Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and Obesity in Maxican Children". *Salud Pullica de Mexico*, Volume 54 No. 5, pp 463-469.
- Greene, W.H. (2003), "Econometrics Analysis Fifth Edition". New Jersey:Prentice Hall.
- Goldstein,. (1995), "Multilevel Statistical Models 2nd ed, e-book of Arnold", London.
- Goldstein, H. (2011), "Multilevel Statistical Models 4nd edition", London: John Wiley & Sons, Ltd.
- Gotera, W., Aryana, S., Suastika, K., Santoso, A., dan Kuswardhani, T. (2006), *Hubungan Antara Obesitas Sentral Dengan Adiponektin Pada Pasien Geritari Dengan Penyakit Jantung Koroner*. *Jurnal Penyakit Dalam*, Vol. 7 No. 2, pp.102-107.
- Hardiansyah dan Tambunan, V. (2004), *Kecukupan Energi, Protein, Lemak dan Serat Makanan dalam Angka Kecukupan Gizi dan Acuzn Label Gizi*, LIPI Deptan, Bappenas, BPOM BPS, Menristek, PERGIZI PANGAN, PERSAGI DAN PDGMI, Jakarta.
- Herminingsih, A. (2010), *Manfaat Serat dalam Menu Makanan*, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Hox, J.J. (2010), "Multilevel Analysis: Techniques and Applications", *Second Edition*, Routledge, Great Britain.
- Hox, J.J. (2002), "Multilevel Analysis: Techniques and Applications", *Lawrence Erlbaum Associates Publisher*, New Jersey.

- Humayrah, W. (2009), *Faktor Gaya Hidup Dalam Hubungannya Dengan Risiko Kegemukan Orang Dewasa Di Provinsi Sulawesi Utara, Dki Jakarta, Dan Gorontalo*. Institut Pertanian Bogor.
- Kasiman, S. (2011), *Pengaruh Makanan pada Sindrom Metabolik*, Jurnal Kardiologi Indonesia, Vol.32, pp.24-26.
- Kemendes (2007), *Riset Kesehatan Dasar 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Kemendes (2013), *Riset Kesehatan Dasar 2013*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Krismala, D.A., Ispriyati, D., dan Mukid, M.A. (2014), *Pemodelan Regresi 2 Level dengan Metode Iterative Generalized Least Square (IGLS) pada Studi Kasus Tingkat Pendidikan Anak di Kabupaten Semarang*, Journal Gaussian, Vol.3, No.1, Hal.51-60.
- Listiyana, A.D., Mardiana, dan Prameswari, G.N. (2013), *Obesitas Sentral dan Kadar Kolesterol Darah Total*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol.9, No.1, pp.37-43.
- Maggin, D.M., Swaminathan, H., dan Rogers, H.J. (2011), "A Generalized Linear Squares Regression Approach for Computing Effect Sizes-Case Research: Application Examples", *Journal of School Psychology*, Vol. 49, pp.301-321.
- Metha, N.K., dan Chang, V.W. (2008), "Weight Status and Restaurant Availability". *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 34, pp.127-133.
- Moore, M.C. (1997), *Terapi Diet dan Nutrisi*, Hipokrates, Jakarta.
- Moore, S., Daniel, M., Paquet, C., Dube, L., Gauvin, L. (2009), "Association of Individual Network Social Capital with Abdominal adiposity, Overweight and Obesity". *Journal of Public Health*, Vol. 31 No. 1, pp.175-183.
- Oviyanti, P.N. (2010), *Hubungan antara Lingkar Pinggang dan Rasio Lingkar Pinggang Panggul dengan Tekanan Darah pada Subjek Usia Dewasa*, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Pratiwi, L.P.S. (2015), *Pengujian Hipotesis Model Spline Truncated dalam Regresi Nonparametrik Multivariabel*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITS Surabaya.
- Raudenbush, S.W., dan Bryk, A.S. (2002), "Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods", Thousand Oaks, CA:Sage.
- Rippe, J.M., McInnis, K.J., dan Melanson, K.J. (2001), "Physician Involvement in The Management of Obesity as a Primary Medical Condition". *Obesity Research*, Vol.9, pp.302-311.
- Roberta, S.A., dan Reitherb, E.N (2004), "A Multilevel Analysis of Race Community Disadvantage and Body Mass Index among Adults in The US". *Sosial Science and Medicine*, Vol. 54, pp.2421-2434.
- Santoso, A. (2011), *Serat Pangan (Dietary Fiber) dan Manfaatnya bagi Kesehatan*, Magistra, NO.75, pp.35-40.
- Soetiarto, F., Roselinda, dan Suhardi, K.. (2010). *Hubungan Diabetes Mellitus Dengan Obesitas Berdasarkan Indeks Massa Tubuh Dan Lingkar Pinggang Data Riskesdas 2007*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi, Jakarta.

Tantular, B. (2011), *Prosedur Penaksir Parameter Model Multilevel menggunakan Two Stage Least Square dan Iterative Generalized Least Square*, Fakultas FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.

WHO. (2000), “Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic”. Report of a WHO consultation. Geneva, Switzerland.

Wildman, R.P., Gu, D., Reynolds, K., Duan, X., Wu, X., dan He, J. (2005), “Are Waist Circumference and Body Mass Index Independently Associated with Cardiovascular Disease Risk in Chinese Adults?”. *Am J Clin Nutr*, Vol.82, pp.1195-1202.

Yuliasih, W. (2009), *Obesitas Abdominal Sebagai Faktor Risiko Peningkatan Kadar Glukosa Darah*. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang.

Zhang, X., Holt, J.B., Lu, H., Onufrak, S., Yang, J., French, S.P., Sui, D.Z. (2014), “Neighborhood Commuting Environment and Obesity in The United States: An Urban–Rural Stratified Multilevel Analysis”. *Preventive Medicine*, Vol. 59, pp.31–36.



BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Masnatul Laili yang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis lahir di Gresik pada 5 November 1991. Pendidikan formal yang ditempuh, yaitu TK Aisiyah Bustanul Athfal Morowudi, SMP Negeri 1 Cerme, SMA Muhammadiyah 1 Gresik. Setelah lulus SMA, penulis langsung mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru dan diterima di Jurusan Statistika ITS Program Studi Diploma 3 (2009-2012). Setelah lulus program Diploma, penulis langsung melanjutkan ke program Strata 1 (Lintas Jalur) Jurusan Statistika ITS (2012-2014). Setelah lulus dari program S1, penulis mendapatkan beasiswa dari Dikti (2014) untuk melanjutkan pendidikan pascasarjana program Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, atas bantuan dan saran hingga bisa menyelesaikan sampai program Magister Statistika (2016). Segala saran dan kritik yang membangun, sangat penulis harapkan untuk kebaikan kedepannya. Penulis dapat dihubungi di masnatul.laili@gmail.com atau masnatullaili@yahoo.co.id.